GreenLabUCGestión y Política Ambiental DICTUC S.A.



Elaboración de Inventario Nacional de Hidrofluorocarbonos (HFC)

Estudio solicitado para la Unidad Ozono de la Subsecretaría del Medio Ambiente

INFORME FINAL

Santiago, 22 de Mayo del 2017





Equipo de Trabajo

Luis Abdón Cifuentes Lira, Ingeniero Civil Estructural Ph.D. en Ingeniería y Políticas Públicas lac@ing.puc.cl

Juan de Dios Rivera, Ing. Civil de Industrias, diploma Ing. Mecánica Ph.D. en Ingeniería Mecánica irivera@ing.puc.cl

Fabián Hormazábal Pollicardo, Ing. Civil de Industrias, diploma Ing. Mecánica M.Sc. en Ingeniería Civil fhormaza@dictuc.cl

> José Miguel Valdés Rojas, Ingeniero Civil de Industrias Mención en Ingeniería Eléctrica jmvaldes@uc.cl

> > Pilar Escobar Sprohnle, Ingeniera Civil Mención en Ingeniería Mecánica pescobar@dictuc.cl

> > > Omar Barraza Tagle, Ingeniero Mención en Ingeniería Ambiental o.barraza@dictuc.cl



Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A. **Tabla de Contenidos**

1.	ANTECEDEN	NTES	13
2.	OBJETIVOS	DEL ESTUDIO	17
		O GENERAL	
		OS ESPECÍFICOS	
3.		ZACIÓN DEL CONSUMO DE HFC EN CHILE	
		PCIÓN DEL MERCADO DE LOS HFCmportadores de HFC en Mezcla o Sustancia Pura	
		mportadores de rn C en Mezcia o Sastancia r aiamportadores de equipos y productos que contienen HFC	
	3.1.2.1	Refrigeración	
	3.1.2.2	Aire Acondicionado	35
	3.1.2.3	Aerosoles	40
	3.1.2.4	Solventes	43
	3.1.2.5	Extinción de Fuego	46
	3.1.2.6	Distribución de la cantidad de refrigerante contenida en equipos de RAA im	portados 48
	3.1.3 E	ncuesta de Mercado de HFC en RAA	
	3.1.3.1	Importadores	51
	3.1.3.2	Distribuidores	53
	3.1.3.3	Empresas de Servicios de Instalación y/o Mantenimiento	54
		ERIZACIÓN DE LOS USUARIOS FINALES DE HFC	
		Refrigeración	
	3.2.1.1		
	3.2.1.1	1.1 Carga Equipos Fabricados	56
	3.2.1.1	1.2 Mantención	58
	3.2.1.2	Refrigeración Comercial	59
	3.2.1.2	2.1 Carga Equipos Fabricados	59
	3.2.1.2	2.2 Carga de Sistemas de Refrigeración para Supermercados	59
	3.2.1.2	2.3 Mantención	61
	3.2.1.3	Refrigeración Industrial	61
	3.2.1.3	3.1 Carga de Nuevas Instalaciones	61
	3.2.1.3	3.2 Mantención	69
	3.2.1.4	Transporte Refrigerado	70
	3.2.1.4	4.1 Carga de Equipos Nuevos	70

Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.

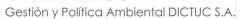


	3.2.1.4	.2 Mantención	71
	3.2.2 A	re Acondicionado	
	3.2.2.1	Aire Acondicionado Fijo	71
	3.2.2.2	Carga de refrigerante en instalaciones comerciales y recintos de salud	71
	3.2.2.1	2 Mantención	73
	3.2.2.2	Aire Acondicionado Móvil	74
	3.2.2.2	.1 Carga de AA fijo en vehículos y metro	74
	3.2.2.2	2 Mantención	74
	3.2.3	tros Usos	75
	3.2.3.1	Mantención de Sistemas para Extinción de Fuego	75
	3.2.3.2	Fabricación de Espumas	75
	3.2.3.3	Fabricación de Aerosoles	76
		timación de la distribución del HFC según Aplicaciones y Sub-aplicaciones	
		DLOGÍA PARA REGIONALIZACIÓN	
4.	ESTIMACIÓ	N DEL CONSUMO DE HFC A GRANEL, Y PRODUCTOS/EQUIPOS ASOCIADOS	82
		ACIÓN Y EXPORTACIONES DE SUSTANCIAS PURAS Y MEZCLAS, A GRANEL	
		nportacionesportaciones	
		onsumo de sustancia a granel	
		onsumo de sustancias puras y a granel por aplicación	
	4.1.4.1	Refrigeración y Aire Acondicionado	112
	4.1.4.2	Agente espumante	114
	4.1.4.3	Aerosoles	116
	4.1.4.4	Solventes	116
	4.1.4.5	Extinción del fuego	119
	4.1.4.6	Otras aplicaciones	120
		aciones y exportaciones de equipos/productos que utilizan HFC	
		quipos de refrigeración	
	4.2.1.1	Importaciones de equipos de refrigeración	123
	4.2.1.2	Exportaciones de equipos de refrigeración	127
	4.2.1.3	Estimación de refrigerante contenido en equipos de refrigeración	130
		quipos de Aire Acondicionado	
	4.2.2.1	AA fijo	148
	4.2.2.2	AA móvil	151
	4.2.2.3	Estimación de refrigerantes en AA	153





	4.2.3	Agente espumante	169
	4.2.4	Aerosoles	169
	4.2.4	1 Médicos	169
	4.2.5	Solventes	173
	4.2.6	Extinción del fuego	176
	4.3 Con	NSUMO CONSOLIDADO DE HFC EN CHILE	178
	4.3.1	Refrigeración y Aire Acondicionado	191
	4.3.2	Agente espumante	195
	4.3.3	Aerosoles	
	4.3.4	Solventes	
	4.3.5	Extinción del Fuego	
	4.3.6	Otras Aplicaciones	
		IMACIÓN DEL TAMAÑO DE LOS BANCOS DE HFC	
	4.4.1	Vida útil de equipos	
	4.4.2	Resultados agregados del banco de HFC	
	4.4.3	Estimación de carga entrante en banco de aplicaciones de refrigeración	
	4.4.3	1 Refrigeración doméstica	211
	4.4.3	2 Refrigeración comercial	212
	4.4.3	3 Refrigeración industrial	214
	4.4.3.	4 Refrigeración transporte	216
	4.4.4	Estimación de carga entrante en banco de aplicaciones de aire acondicionado	217
	4.4.4	1 Aire acondicionado fijo	218
	4.4.4	2 Aire acondicionado móvil	219
	4.4.4	.3 Estimación del banco en aplicación agente espumante	220
	4.4.5	Estimación del banco en aplicación extinción del fuego	221
5.	DISEÑO	DEL INVENTARIO DE EMISIONES	223
	5.1 CLA	SIFICACIÓN DE EMISIONES SEGÚN TIPO	223
	5.2 DEF	INICIÓN DEL ENFOQUE Y NIVEL DEL INVENTARIO DE EMISIONES	225
	5.3 APL	ICACIONES CON ENFOQUE POR BALANCE DE MASA	227
	5.4 FAC	TORES DE EMISIÓN	
	5.4.1	Refrigeración y aire acondicionado	232
	5.4.1	1 RAA - IPCC	233
	5.4.1	2 RAA - TEAP	234
	5.4.1	3 RAA - Inventario de California	235
	5.4.2	Agente Espumante	236
	5.4.2		
	5.4.2	2 Agente espumante - Inventario de California	238
	5.4.3	Solventes	239
	5.4.3		





	5.	.4.3.2 Solventes - Inventario de California	239
	<i>5.4.</i> 4	4 Aerosoles	
		.4.4.2 Aerosoles - Inventario de California	
	5.4.	5 Extinción del fuego	241
	5.	.4.5.1 Extinción del fuego - IPCC	241
	5.	.4.5.2 Extinción del fuego - Inventario de California	241
	5.4.	6 Selección y justificación de factores de emisión	242
6.	INV	ENTARIO DE EMISIONES DE HFC	244
	6.1	USOS DE HFC POR SUB-APLICACIÓN	244
	6.2	Inventario nacional de emisiones de HFC	248
	6.3	INVENTARIO POR SUB-APLICACIÓN	
	6.4	INCERTIDUMBRE DEL INVENTARIO	
	6.5	REGIONALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN POR HFC	
	6.6	TENDENCIA ESPERADA POR SUB-APLICACIÓN	260
7.	CON	NCLUSIONES	264
8.	BIBI	LIOGRAFÍA	267
9.	ANE	EXOS	270
	9.1	DETALLE DE IMPORTACIONES, EXPORTACIONES DE SUSTANCIAS A GRANEL	270
10). A	NEXOS DIGITALES	274
	10.1	ANEXO 1 – BD SUSTANCIAS A GRANEL	274
	10.2	Anexo 2 – Fichas	274
	10.3	ANEXO 3 – BD RESULTADOS HFC	274
	10.4	ANEXO 4 – MINUTAS REUNIONES PRESENCIALES	274
	10.5	Anexo 5 – Entrevistas telefónicas	274
	10.6	ANEXO 6 – MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	274
	10.7	Anexo 7 - Referencias	274

GreenLabUC Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.



Lista de Tablas

Tabla 3-1: Metodología de la descripción del mercado de los HFC en Chile	22
Tabla 3-2 Partidas arancelarias analizadas para conocer la distribución del mercado de importadores de HF	FC a
granel y equipos/productos que contienen HFC en Chile	23
Tabla 3-3 Principales importadores de HFC de la partida 29.03, periodo 2010-2015 [kg]	25
Tabla 3-4: Principales importadores de HFC de la partida arancelaria 38.24, periodo 2010-2015 [kg]	26
Tabla 3-5: Principales importadores de equipos de refrigeración doméstica (2010-2015) en unidades importa	das
de los códigos arancelarios 8418.1011 y 8418.1012	28
Tabla 3-6 Principales importadores de equipos de refrigeración doméstica (2010-2015) en unidades importadas	s, de
los códigos arancelarios 8418.1013 y 8418.1019	29
Tabla 3-7: Principales importadores de equipos de refrigeración doméstica (2010-2015) en unidades importa	das
	30
Tabla 3-8 Principales importadores de equipos de refrigeración doméstica (2010-2015) en unidades importada	s de
	31
Tabla 3-9: Principales importadores de equipos de refrigeración comercial, periodo 2010-2015, en unida	ades
importadas, de los códigos arancelarios 8418.1090 y 8418.3000	
Tabla 3-10: Principales importadores de equipos de refrigeración comercial, periodo 2010-2015, en unida	ades
importadas, de los códigos arancelarios 8418.4000 y 8418.5000	
Tabla 3-11: Principales importadores de equipos de AA fijo, periodo 2010-2015, en unidades importadas,	de
código arancelario 8415.1000	36
Tabla 3-12: Principales importadores de equipos de AA fijo, periodo 2010-2015, en unidades importadas, de	
códigos arancelarios 8415.8100 y 8415.8200	
Tabla 3-13 HFC contenido en equipos de AA fijo importados, periodo 2010-2015 [kg de HFC]	
Tabla 3-14 vehículos vendidos en Chile con AA incorporado, periodo 2010-2015 [n° vehículos]	
Tabla 3-15 Principales importadores de inhaladores de dosis medida que contienen HF, periodo 2010-2015, el	
de productos importados de la partida arancelaria 30.04	
Tabla 3-16 HFC contenido en inhaladores de dosis medida importados, periodo 2010-2015 [kg de HFC]	
Tabla 3-17 Producción e importación de aerosoles en Chile entre los años 2012 y 2015	
Tabla 3-18 Principales importadores de solventes que contienen HFC (2010-2015) en kg de productos importa	
de la partida arancelaria 38.14	
Tabla 3-19 Principales importadores de solventes que contienen HFC (2010-2015) en kg de productos importa	
de la partidas arancelarias 29.03 y 28.24	
Tabla 3-20 Contenido de HFC de los solventes importados, periodo 2010-2015 [kg de HFC]	
Tabla 3-21 Principales importadores de productos para la extinción de fuego que contienen HFC, periodo 20	
2015 en kg de productos importados, de la partida arancelaria 38.13	
2015 en kg de productos importadores de productos para la extinción de ruego que contienen nrc, período 20	
Tabla 3-23 Contenido en productos para extinción de fuego importados, periodo 2010-2015 [kg de HFC]	
Tabla 3-24 Abreviación de empresas por actividades	
Tabla 3-25 Resultados a la encuesta de mercado a los importadores de HFC a granel	
Tabla 3-26 Información solicitada a las empresas importadoras de equipos de RAA entrevistadas	
Tabla 3-27 Distribución por tipo de servicio de mantención de RAA	
Tabla 3-28: Uso de refrigerante HFC-134a para la fabricación de refrigeradores (CTI)	
Tabla 3-29 HFC utilizado para mantención de refrigeración doméstica, periodo 2010 – 2015 [kg]	
Tabla 3-30 Sustancias utilizadas para la carga de equipos fabricados por Mimet S.A. [kg]	
Tabla 3-31 Distribución regional de los supermercados en Chile	
Tabla 3-32 Carga es sistemas de refrigeración de supermercados, periodo 2010-2015 [kg de HFC]	
Tabla 3-33 Uso estimado en mantención de refrigeración comercial, neriodo 2010-2015 [kg de HEC]	

Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.



Tabla 3-34 Tipos de empresas que pertenecen a los sectores pecuario, frutícola y pesquero	62
Tabla 3-35 Catastro del total de Empresas Identificadas para cada sector de la refrigeración industrial	63
Tabla 3-36: Estado de llamadas de la encuesta telefónica a usuarios finales de refrigeración industrial	
Tabla 3-37 Empresas que aplican al estudio por sector industrial y zona del país	
Tabla 3-38 Empresas que aplican al estudio por tamaño de empresa y zona del país	
Tabla 3-39 Empresas que aplican al estudio por tamaño de empresa y rubro industrial	
Tabla 3-40 Tipo de refrigerantes utilizados por las empresas de los sectores industriales	
Tabla 3-41 Cantidad de empresas que respondió utilizar los refrigerantes presentados por sector industrial	
Tabla 3-42 Distribución de refrigerante por tipo de industria	69
Tabla 3-43 Uso estimado en carga de instalaciones de refrigeración industrial, periodo 2010-2015 [kg de HFC]	
Tabla 3-44 Uso estimado en mantención de refrigeración industrial, periodo 2010-2015 [kg de HFC]	
Tabla 3-45 Uso estimado en carga de transporte refrigerado, periodo 2010-2015 [kg de HFC]	
Tabla 3-46 Uso estimado en mantención de transporte refrigerado, periodo 2010-2015 [kg de HFC]	
Tabla 3-47 Cantidad de Centros Comerciales en Chile	
Tabla 3-48 Construcción nueva de centros comerciales, periodo 2010 – 2015 [m² construidos]	
Tabla 3-49 Cantidad de recintos de salud por año en Chile, periodo 2010-2015 [n° establecimientos]	
Tabla 3-50 Uso estimado en carga de equipos de AA Fijo, periodo 2010-2015 [kg de HFC]	
Tabla 3-51 Uso estimado en carga de equipos de AA Fijo, periodo 2010-2015 [kg de HFC]	
Tabla 3-52 Uso estimado en carga de equipos de AA Móvil, periododo 2010-2015 [kg de HFC]	
Tabla 3-53 Uso estimado en mantención de AA Móvil, periodo 2010-2015 [kg de HFC]	
Tabla 3-54 Uso estimado en mantención de Extinción de Fuego, periodo 2010-2015 [kg de HFC]	
Tabla 3-55 Importación como agente espumante para fabricación de espumas, periodo 2010-2015 [kg de HFC	
Tabla 3-56 HFC utilizado para la fabricación de aerosoles en Chile, periodo 2010 – 2015 [kg de HFC]	
Tabla 3-57 Uso de sustancias a granel año 2015 por aplicación, sub-aplicación y tipo de uso [kg de HFC]	
Tabla 3-58 Proxy definido por sub-aplicación	
Tabla 4-1 Partidas arancelarias solicitadas	
Tabla 4-2 Información recibida	
Tabla 4-3 Detalle de la composición másica de las sustancias mezclas importadas en el periodo 1999-2015	
Tabla 4-4 Importación a granel de sustancias puras, periodo 1999-2015 [kg de HFC]	
Tabla 4-5 Importación a granel de mezclas, periodo 1999-2015 [kg de HFC]	
Tabla 4-6 Importación a granel de mezclas según composición, periodo 1999-2015 [kg de HFC]	
Tabla 4-7 Consolidado de importaciones a granel de sustancias puras y contenidas en mezclas, periodo 1999	
[kg de HFC]	
Tabla 4-8 Consumo a granel de sustancias puras, periodo 1999-2015 [kg de HFC]	
Tabla 4-9 Consumo a granel de mezclas, periodo 1999-2015 [kg de HFC]	
Tabla 4-10 Consumo a granel de mezclas según composición, periodo 1999-2015 [kg de HFC]	
Tabla 4-11 Consolidado de consumo a granel de sustancias puras y contenidas en mezcla, periodo 1999-20	15 [kg
de HFC]	106
Tabla 4-12 Aplicación utilizada por defecto en caso de no haber información de aplicación	109
Tabla 4-13 Distribución del consumo a granel según aplicación, para el periodo 1999-2015	110
Tabla 4-14 Consumo de sustancias (puras y mezclas) a granel según aplicación [kg de HFC]	111
Tabla 4-15 Consumo consolidado de sustancias puras en aplicación RAA [kg de HFC]	114
Tabla 4-16 Consumo de sustancias a granel en aplicación de agente espumante según su composición en sus	tancia
pura [kg de HFC]	115
Tabla 4-17 Composición de productos solventes	
Tabla 4-18 Consumo de sustancias a granel en aplicación solvente según su composición en sustancia pura	
HFC]	
Tabla 4-19 Otras aplicaciones y gases utilizados	
Tabla 4-20 Importación de sustancias para otras aplicaciones [kg de HFC]	
Tabla 4-21 Sub-partidas y códigos arancelarios de la partida arancelaria 84.18 considerados	
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	

Informe Final VI

Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.



Tabla 4-22 Importaciones por código arancelario considerado [nº de unidades]	
Tabla 4-23 Exportaciones por código arancelario [n° de Unidades]	128
Tabla 4-24 Caracterización de fichas elaboradas	131
Tabla 4-25 Valores promedios por código arancelario	
Tabla 4-26 Forma de estimación de la cantidad de refrigerante para las importaciones	133
Tabla 4-27 Forma de estimación de la cantidad de refrigerante para las exportaciones	136
Tabla 4-28 Estimación de HFC-134a contenido en importaciones de equipos de refrigeración por código aran	
[kg de HFC]	
Tabla 4-29 Estimación de R-404A contenido en importaciones de equipos de refrigeración por código aran	celario
[kg de HFC]	
Tabla 4-30 Estimación de HFC-134a contenido en exportaciones de equipos de refrigeración por código aran	celario
[kg de HFC]	143
Tabla 4-31 Estimación de R-404A contenido en exportaciones de equipos de refrigeración por código aran	celario
[kg de HFC]	144
Tabla 4-32 Estimación de contenido de HFC por sustancia pura en importaciones de equipos de refrigerac	ción en
partida arancelaria 84.18 [kg de HFC]	145
Tabla 4-33 Estimación de contenido de HFC por sustancia pura en exportaciones de equipos de refrigerac	ción en
partida arancelaria 84.18 [kg de HFC]	145
Tabla 4-34 Partidas y códigos arancelarios de equipos de aire acondicionado	147
Tabla 4-35 Importaciones de aire acondicionado fijo [n° de unidades]	
Tabla 4-36 Exportaciones de aire acondicionado fijo [n° de unidades]	
Tabla 4-37 Equipos de AA móvil nuevos por años [n° de unidades]	
Tabla 4-38 Caracterización de fichas elaboradas	
Tabla 4-39 Valores promedios por código arancelario	
Tabla 4-40 Forma de estimación de la cantidad de refrigerante	
Tabla 4-41 Importación de HFC-134a en equipos de AA fijos por sub-partida [kg de HFC]	
Tabla 4-42 Importación R-410A en equipos de AA fijos por sub-partida [kg de HFC]	
Tabla 4-43 Importación R-407C en equipos de AA fijos por sub-partida [kg de HFC]	
Tabla 4-44 Exportación de HFC-134a en equipos de AA fijos por sub-partida [kg de HFC]	
Tabla 4-45 Exportación de R-410A en equipos de AA fijos por sub-partida [kg de HFC]	
Tabla 4-46 Exportación de R-407C en equipos de AA fijos por sub-partida [kg de HFC]	
Tabla 4-47 Carga de sustancias puras en importaciones de equipos de AA en partida arancelaria 84.15 [kg d	
Tabla 4-48 Carga de sustancias puras en exportaciones de equipos de AA en partida arancelaria 84.15 [kg d	
1.0 cm 60 cm	
Tabla 4-49 Importaciones de HFC-134a cargado en equipos de AA vehicular, periodo 1999-2015 [kg de HFC] .	
Tabla 4-50 Broncodilatadores identificados con HFC como agente propelente	
Tabla 4-51 Importación, exportación y consumo de HFC en broncodilatadores [kg de HFC]	
Tabla 4-52 Composición de solventes con contenido de HFC consumidos en Chile en el periodo 1999-2015	
Tabla 4-53 Importación, exportación y consumo por sustancia, periodo 1999-2007 [kg de HFC]	
Tabla 4-54 Importación, exportación y consumo por sustancia, periodo 2008-2015 [kg de HFC]	
Tabla 4-55 Importaciones consolidadas según sustancias puras, periodo 1999-2015 [kg de HFC]	
Tabla 4-56 Exportaciones consolidadas según sustancias puras consolidadas, periodo 1999-2015 [kg de HFC]	
Tabla 4-57 Consumo de sustancias con HFC por aplicación, periodo 2010-2015 [kg neto]	
Tabla 4-58 Distribución del consumo de las sustancias según forma de ingreso al país, Año 2010-2015 [en ba	
de HFC]	
Tabla 4-59 Distribución del consumo de HFC (todas las sustancias) según sub-aplicación por año	
Tabla 4-60 Distribución del consumo por sustancia según sub-aplicación [en base a kg]	
Tabla 4-61 Distribución del consumo de sustancias con HFC según origen [en base a kg de HFC]	
Tabla 4-62 Distribución de consumo de sustancias a granel según origen en base a [kg de HFC]	198

Informe Final VII

Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.



Tabla 4-63 Consumo en aplicación solventes según sustancia [kg de HFC]	199
Tabla 4-64 Distribución del consumo de sustancias con HFC según origen en aplicación extinción del fuego [e	en base
a kg de HFC]	
Tabla 4-65 Otras aplicaciones y gases utilizados	
Tabla 4-66 Importación de sustancias para otras aplicaciones [kg de HFC]	201
Tabla 4-67 Ejemplo de estimación de un banco	203
Tabla 4-68 Vida útil media en equipos o productos que forman banco, por sub-aplicación	205
Tabla 4-69 Detalle numérico de la Estimación del banco por aplicación [kg de HFC]	207
Tabla 4-70 Fuente de supuestos para la estimación de N _t por sub-aplicación de refrigeración	211
Tabla 4-71 Nueva carga entrante a banco (Nt) de refrigeración doméstica con incertidumbre [kg de HFC]	212
Tabla 4-72 Superficie de venta supermercados por año [m2]	213
Tabla 4-73 Distribución por refrigerante de los nuevos [en base a m2]	213
Tabla 4-74 Nueva carga entrante a banco (Nt) de refrigeración comercial con incertidumbre [kg de HFC]	214
Tabla 4-75 Carga instalada equivalente por tipo de industria [kg de R-22]	215
Tabla 4-76 Nueva carga entrante a banco (Nt) de refrigeración industrial con incertidumbre [kg de HFC]	216
Tabla 4-77 Parámetros para la estimación de los equipos	
Tabla 4-78 Nueva carga entrante a banco (Nt) de refrigeración en transporte [kg de HFC]	217
Tabla 4-79 Fuente de supuestos para la estimación de N _t por sub-aplicación de RAA	
Tabla 4-80 Nueva carga entrante a banco (Nt) de AA Fijo, con incertidumbre [kg de HFC]	219
Tabla 4-81 Nueva carga entrante en el banco de AA móvil, con incertidumbre [kg de HFC]	220
Tabla 4-82 Nueva carga entrante al banco (Nt) de Agente Espumante [kg de HFC]	221
Tabla 4-83 Nueva carga entrante a banco (Nt) de Extinción del fuego, con incertidumbre [kg de HFC]	222
Tabla 5-1 Clasificación de las sub-aplicaciones según tipo de emisión	224
Tabla 5-2 Resumen del Enfoque-Nivel a seguir por sub-aplicación	226
Tabla 5-3 Tasas de mantención esperada por sub-aplicación	231
Tabla 5-4 Factores de emisión según IPCC	233
Tabla 5-5 Factores de emisión según TEAP	234
Tabla 5-6 Factores de emisión según el inventario de California	235
Tabla 5-7 Factores de emisión según el IPCC	237
Tabla 5-8 Subcategorías de espumas	238
Tabla 5-9 Clasificación de las sub-aplicaciones según tipo de emisión	243
Tabla 6-1 Fracción del consumo considerado como del tipo banco [t de HFC]	246
Tabla 6-2 Emisiones de HFC por sustancia pura, periodo 1999-2015 [Gg CO₂eq]	
Tabla 6-3 Tendencias esperadas de consumo y emisiones por sub-aplicación	261
Tabla 9-1 Consolidado de consumo de sustancias con HFC a granel, periodo 1999-2007 [kg neto]	270
Tabla 9-2 Cálculo del consumo de sustancias con HFC a granel, periodo 2007-2015 [kg neto]	272

Informe Final VIII





Lista de Figuras

rigura 1-1 Estimación de demanda giobal de HFC para espumas y refrigeración [kt CO₂eq]	15
Figura 3-1 Esquema general del mercado de los HFC y sus principales usuarios finales	20
Figura 3-2 HFC-134a contenido en equipos de refrigeración doméstica importados, periodo 2010-2015 [kg d	le HFC
Figura 3-3 Sustancias (R-404A y HFC-134a) contenidas en equipos de refrigeración comercial importados, p	
2010-2015 [kg de HFC]	
Figura 3-4 Sustancias (R-410A, R-407C y HFC-134a) contenidas en equipos de AA fijo importados, periodo	
2015 [kg de HFC]	
Figura 3-5 HFC-134a contenido en AA móvil de vehículos vendidos, periodo 2010-2015 [kg de HFC]	
Figura 3-6 HFC contenido en inhaladores de dosis medida importados, periodo 2010-2015 [kg de HFC]	
Figura 3-7 HFC contenido en solventes que contienen HFC importados, periodo 2010-2015 [kg de HFC]	
Figura 3-8 Distribución del HFC contenido en equipos de RAA importados año 2015 [en base a kg de HFC]	
Figura 3-9 Distribución regional de las empresas que respondieron a la encuesta de Mercado de HFC	51
Figura 3-10 Distribución regional estimada de las ventas de gas refrigerante, según tres empresas distribuido	oras de
HFC en Chile	54
Figura 3-11 Distribución del tipo de servicio que entregan las empresas encuestadas del rubro Servicios	55
Figura 3-12: Uso de refrigerante HFC-134a para la fabricación de refrigeradores (CTI)	58
Figura 3-13 Cantidad de empresas que aplican al estudio por sector industrial y zona del país [n° empresas]	
Figura 3-14 Tipo de refrigerantes utilizados por las empresas por sector industrial	
Figura 3-15 Distribución porcentual de los refrigerantes usados en aire acondicionado hospitalario	
Figura 3-16 Evolución de la producción de aerosoles en Chile	
Figura 3-17 Distribución porcentual del uso de HFC para el año 2015 en Chile, sólo considerando susta	
<u> </u>	
Figura 3-18 Distribución del uso de HFC en Chile según aplicaciones y sub-aplicaciones para el año 201	
considerando sustancias a granel	
Figura 4-1 Importación a granel de sustancias (puras y mezclas), periodo 1999-2015 [kg de HFC]	
Figura 4-2 Distribución de importaciones a granel por sustancias (puras y mezclas) para años seleccionados	
Figura 4-3 Consolidado de importaciones a granel de sustancias puras y contenidas en mezclas, periodo 199	9-2015
[kg de HFC]	93
Figura 4-4 Distribución de importaciones a granel de sustancias puras consolidadas, para años seleccionados	94
Figura 4-5 Exportaciones a granel de sustancias (puras y mezclas), periodo 2001-2015 [kg de HFC]	95
Figura 4-6 Exportación a granel de sustancias puras, periodo 2001-2015 [kg de HFC]	96
Figura 4-7 Exportación a granel de mezclas, periodo 2001-2015 [kg de HFC]	97
Figura 4-8 Exportación a granel de mezclas según composición, periodo 2001-2015 [kg de HFC]	
Figura 4-9 Consolidado de exportación a granel de sustancias puras y contenidas en mezcla, periodo 2001-20	
de HFC]	
Figura 4-10 Consumo a granel de sustancias (puras y mezclas), periodo 1999-2015 [kg de HFC]	
Figura 4-11 Distribución del consumo de sustancias a granel de sustancias (puras y mezclas), para	
seleccionadosseleccionados	
Figura 4-12 Consolidado de consumo a granel de sustancias puras y contenidas en mezcla, periodo 1999-20	
de HFC]	
Figura 4-13 Distribución del consumo de sustancias con HFC a granel para años seleccionados	
Figura 4-14 Consumo sustancias (puras y mezclas) a granel según aplicación [kg de HFC]	
Figura 4-15 Consumo de sustancias (puras y mezclas) a granel en aplicación RAA [kg de HFC]	
Figura 4-16 Distribución consumo de sustancias (puras y mezclas) a granel en aplicación RAA	
Figura 4-17 Importaciones de sustancias, puras y mezclas, para aplicación de agentes espumante [kg de HFC]	
Figura 4-18 Importaciones de sustancias con HFC en aplicación Aerosol [kg de HFC]	116

Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.



Figura 4-19 Consumo de sustancias, puras y mezclas, a granel en aplicación solvente [kg de HFC]	118
Figura 4-20 Consumo de sustancias, puras y mezclas, a granel en aplicación extinción de fuego [kg de HFC]	120
Figura 4-21 Importaciones por código arancelario [n° de unidades]	126
Figura 4-22 Códigos arancelarios con maro número de equipos importados	127
Figura 4-23 Exportación de equipos de refrigeración por código arancelario [n° de unidades]	
Figura 4-24 Códigos arancelarios con mayor número de equipos exportados	130
Figura 4-25 Metodología para la estimación de refrigerantes en equipos de refrigeración	131
Figura 4-26 Distribución de equipos que utilizan HFC-134a como refrigerante, en códigos arancelarios 8418.1	OXX y
8418.2XXX [%]	139
Figura 4-27 Distribución de equipos que utilizan R-404A como refrigerante, en códigos arancelarios 8418.3	
8418.4000 y 8418.5000 [%]	139
Figura 4-28 Importación de sustancias con HFC en equipos de refrigeración [kg de HFC]	140
Figura 4-29 Exportación de sustancias con HFC en equipos de refrigeración [kg de HFC]	140
Figura 4-30 Importaciones por tipo de sustancias, periodo 1999-2015 [kg de HFC]	146
Figura 4-31 Exportaciones por tipo de sustancias, periodo 1999-2015 [kg de HFC]	147
Figura 4-32 Importaciones de aire acondicionado fijo [n° de unidades]	150
Figura 4-33 Exportadores de aire acondicionado fijo [n° de unidades]	151
Figura 4-34 Importaciones de Aire Acondicionado Móvil [Unidades]	152
Figura 4-35 Ventas de vehículos por año [n° de unidades]	153
Figura 4-36 Metodología para la estimación de refrigerantes en equipos de aire acondicionado	155
Figura 4-37 Distribución de equipos que utilizan R-410A [%]	
Figura 4-38 Distribución de equipos que utilizan R-407C o HFC-134a [%]	159
Figura 4-39 Importación de sustancias con HFC en equipos de AA fijo [kg de HFC]	
Figura 4-40 Exportación de sustancias con HFC en equipos de AA fijo [kg de HFC]	
Figura 4-41 Importaciones de HFC en equipos de AA fijo por sustancia, periodo 1999-2015 [kg de HFC]	
Figura 4-42 Cantidad de refrigerante promedio por vehículo según año [g/equipo]	167
Figura 4-43 Importaciones de sustancias con HFC en equipos de AA vehicular, con incertidumbre [kg de HFC]	168
Figura 4-44 Consumo de Broncodilatadores con HFC en Chile, 2001-2015 [kg neto de broncodilatadores con HFC en Chile, 2001-2015]	ores],
diferenciando por propelente	171
Figura 4-45 Estimación de las importaciones nacionales de HFC-134a en broncodilatadores [kg de HFC]	172
Figura 4-46 Estimación del consumo nacional de HFC-227ea en broncodilatadores [kg de HFC]	173
Figura 4-47 Importación de solventes con contenido de HFC en partida arancelaria 38.14 [kg de HFC]	174
Figura 4-48 Importación de solventes según HFC puro en partida arancelaria 38.14 [kg de HFC]	175
Figura 4-49 Importaciones de LPS 416 considerando otras partidas [kg de HFC]	176
Figura 4-50 Importaciones de Chesterton 296 considerando otras partidas [kg de HFC]	176
Figura 4-51 Consumo de sustancias con HFC de partida arancelaria 38.13 [kg de HFC]	177
Figura 4-52 Importaciones de HFC-227ea según partida arancelaria 38.13 o a granel [kg de HFC]	178
Figura 4-53 Importaciones de HFC-125 según partida arancelaria 38.13 o a granel [kg de HFC]	
Figura 4-54 Importaciones consolidadas de sustancias con HFC con incertidumbre, periodo 1999 - 2015 [kg de	: HFC]
	179
Figura 4-55 Exportaciones consolidadas de sustancias con HFC [kg de HFC]	180
Figura 4-56 Distribución del consumo por tipo de sustancia para años seleccionados	185
Figura 4-57 Consumo según composición en sustancias puras consolidadas [kg de HFC]	188
Figura 4-58 Distribución del consumo de sustancias puras consolidadas para años seleccionados [en base a	kg de
HFC]	189
Figura 4-59 Consumo de sustancia por aplicación, periodo 1999-2015 [kg de HFC]	190
Figura 4-60 Distribución del consumo (granel + carga de equipos) consolidado de HFC año 2015 [en base a	kg de
HFC]	_
Figura 4-61 Consumo de sustancias con HFC en aplicación RAA [kg de HFC]	192
Figura 4-62 Consumo de HFC según sub-aplicación RAA [kg de HFC]	

Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.



Figura 4-63 Importaciones de sustancias, puras y mezclas, para aplicación de agentes espumante [kg de HFC]	196
Figura 4-64 Consumo de sustancias con HFC en aplicación aerosoles [kg de HFC]	. 197
Figura 4-65 Consumo de sustancias con HFC según aerosoles por sub-aplicación [kg de HFC]	198
Figura 4-66 Consumo de sustancias HFC en aplicación extinción del fuego [kg de HFC]	200
Figura 4-67 Banco de HFC agregado con incertidumbre, periodo 1999-2015 [kg de HFC]	205
Figura 4-68 Estimación del banco por aplicación, periodo 1999-2015 [kg de HFC]	206
Figura 4-69 Distribución del banco de HFC según tipo de banco, para años seleccionados [en base a kg de HFC].	208
Figura 4-70 Banco de HFC en refrigeración, periodo 1999-2015 [kg de HFC]	209
Figura 4-71 Banco de HFC total por sustancia pura, periodo 1999-2015 [kg de HFC]	209
Figura 4-72 Distribución por sustancia pura del banco de HFC, años seleccionados	210
Figura 5-1 Esquema conceptual del enfoque balance de masa	
Figura 5-2 Esquema conceptual de la construcción del banco	. 229
Figura 6-1 Consumo según uso por aplicación, periodo 1999-2015 [kg de HFC]	
Figura 6-2 Consumo según uso por sub-aplicación RAA, periodo 1999-2015 [kg de HFC]	. 247
Figura 6-3 Emisiones de HFC con incertidumbre, periodo 1999-2015 [Gg CO₂eq]	248
Figura 6-4 Comparación con otras estimaciones de emisiones de HFC en Chile [Gg CO₂eq], años 2010 y 2013	250
Figura 6-5 Emisiones de HFC por Aplicación, periodo 1999-2015 [Gg CO2eq]	251
Figura 6-6 Emisiones por sub-aplicación de RAA, periodo 1999-2015 [Gg CO2eq]	252
Figura 6-7 Distribución de las emisiones por sub-aplicación de RAA [Gg CO2eq]	. 252
Figura 6-8 Distribución de las emisiones por sub-aplicación y tipo de emisión para el año 2015 [Gg CO₂eq]	254
Figura 6-9 Probabilidad acumulada del valor final de las emisiones de HFC-134a en el año 2015	258
Figura 6-10 Emisiones de HFC por región y año [Gg CO2eq]	259
Figura 6-11 Distribución de las emisiones de HFC por región para 4 periodos [Gg CO2eq]	260

Informe Final XI





Acrónimos y Abreviaturas

AA Aire Acondicionado

ANAC Asociación Nacional Automotriz de Chile A.G.

CCAC Coalición del clima y aire limpio para reducir los CCVC

CCVC Contaminante Climático de Vida Corta

CFC Clorofluorocarbonos

CMNUCC Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

EPA Agencia de Protección Ambiental de EEUU

GEI Gas de Efecto Invernadero

GL2006 Directrices del IPCC para la elaboración de inventarios de GEI

HCFC Hidroclorofluorocarbonos
HFC Hidrofluorocarbonos

HPMP Plan de gestión para la eliminación de HCFC

INGEI Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero IPCC Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático

MMA Ministerio del Medio Ambiente

PAO Potencial de Agotamiento de la Capa de Ozono

PCG Potencial de Calentamiento Global

PFC Perfluorocarbonos PK Protocolo de Kioto

PNUD Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

PNUMA Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

RAA Refrigeración y Aire Acondicionado

RTOC Refrigeration Technical Options Committee SAO Sustancias Agotadoras de la capa de Ozono

SF6 Hexafluoruro de Azufre

SNAP Significant New Alternatives Policy

TEAP Panel de Evaluación Tecnológica y Económica del Protocolo de Montreal

UE Unión Europea





1. Antecedentes

El Protocolo de Montreal y sus enmiendas, son instrumentos internacionales jurídicamente vinculantes a los que Chile está suscrito, reconociendo así su vulnerabilidad ante los efectos del agotamiento de la capa de ozono¹. La Partes en el Protocolo, en su XIX Reunión de septiembre 2007, aprobaron la Decisión XIX/6, que ajustó el calendario de reducción de la producción y consumo de los hidroclorofluorocarbonos (HCFC), pertenecientes al Anexo C Grupo I de dicho instrumento internacional. Adicionalmente en octubre de 2016, se aprobó la enmienda de Kigali que incluye a los Hidrofluorocarbonos (HFC) dentro del esquema de reducción de producción y consumo. En ella se establece que los países artículo 5, como Chile, deberán congelar su consumo² al nivel de su línea base, a partir del año 2024, y posteriormente alcanzar 10% de reducciones respecto a partir del año 2029. Las metas de reducción aumentan en ambición hasta llegar a reducciones iguales al 80% para el año 2045 (UNEP, 2017).

El Panel de Evaluación Tecnológica y Económica (TEAP, por sus siglas en inglés), es el órgano asesor de las Partes en el Protocolo de Montreal el cual entrega información técnica sobre las sustancias y tecnologías alternativas a las sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO), con el fin de apoyar los procesos de toma de decisión de las Partes, permitiendo el desarrollo del Protocolo de manera fundamentada.

Por otro lado, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), a la que adhirió Chile en el año 1994, establece que sus países firmantes reporten periódicamente los avances en la implementación local de los objetivos de dicha convención. Uno de los componentes fundamentales de estos reportes periódicos, denominados comunicaciones nacionales, consiste en un inventario nacional de gases de efecto invernadero (INGEI) los cuales son desarrollados siguiendo las metodologías que propone el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, según sus siglas en inglés).

Los HCFC se introdujeron como sustancias de transición en la reconversión del clorofluorocarbono (CFC) que tienen un significativo potencial de agotamiento de la capa de ozono (PAO), mientras que los HCFC tienen un PAO significativamente menor. Por ejemplo, sustancias CFC como el R-11 o R-12 tienen un PAO equivalente a 1, mientras que el R-22, un HCFC utilizado en el mismo tipo de aplicaciones, tiene un PAO equivalente a 0,055. Chile no elabora estas sustancias, por lo que todas son importadas como sustancias puras o mezclas, o

Informe Final 13

¹ OECD, ECLAC-UNO; "OECD Environmental Performance Reviews - Chile", OECD; 2005. Convenio de Viena (D.S. N° 719/1990 MinRel); Protocolo de Montreal (D.S. N° 238/ 1990, MinRel); Enmienda de Londres (D.S. N° 1.536/1991, MinRel); Enmienda de Copenhague (D.S. N° 735/1994, MinRel); Enmienda de Viena (D.S. N° 483/1996, MinRel); Enmienda de Montreal (D.S. N° 387/2000, MinRel); Enmienda de Beijing (D.S. N° 179/2002, MinRel).

² En el contexto del Protocolo de Montreal, Consumo se entiende como producción + importaciones – exportaciones. Esto se aplica para este informe también.





bien están contenidas en productos (como aerosoles) o son requeridas para el funcionamiento de equipos (como acondicionadores de aire o refrigeradores).

Por su parte los HFC tienen un PAO equivalente igual a cero, razón por lo cual son sustancias que no tienen impacto sobre la capa de ozono. Debido a que pueden ser utilizados en las mismas aplicaciones que los CFC y HCFC, y dadas las restricciones que han tenido este tipo de sustancias, han sido utilizadas en reemplazo de éstas. Sin embargo, los HFC sí tienen impacto en otra problemática ambiental: el cambio climático. Esto se refleja en el alto potencial de calentamiento global (PCG)³ de estas sustancias por lo que han sido incluidos entre los seis GEI en el Protocolo de Kioto⁴. Actualmente los HFC se utilizan como sustancias de reemplazo de los HCFC y de otras SAO. Las principales áreas de aplicación de los HFC son: refrigeración y aire acondicionado (RAA), agentes propelentes, agentes espumantes de poliuretano, solventes, y agentes de extinción de fuego, entre otros.

Respecto a los HFC y su impacto en el cambio climático, en la última década, las observaciones atmosféricas han reflejado que la concentración de HFC en la atmósfera ha crecido a una tasa de entre 10 y 15% anual, por lo que se espera que eventualmente sean un porcentaje significativo del problema climático mundial. Las proyecciones dicen que de mantenerse la tendencia de las concentraciones, para el 2050 los HFC van a ser equivalente a 9-19% de las emisiones de CO₂, el principal gas de efecto invernadero (GEI) (UNEP; CCAC, 2016b).

Lo anterior coincide con las estimaciones realizadas por el TEAP (Maranion, 2015), donde se estima que la demanda de los países no-artículo 5 ha crecido anualmente entre un 10-12% en el periodo 2001-2011, mientras que los países artículo 5, dentro de los cuales esta Chile, la demanda ha crecido más de un 30% anual en el periodo 2006-2011. En la Figura 1-1 se presenta la estimación de la demanda para las aplicaciones espumas y RAA, diferenciando los países artículo 5 y no-artículo 5. En ella se observa que, si bien tanto en los países artículo 5 como en los no anexo 5 la demanda de la aplicación refrigeración y aire acondicionado va en aumento, la relevancia relativa de los países en vías de desarrollo va creciendo rápidamente.

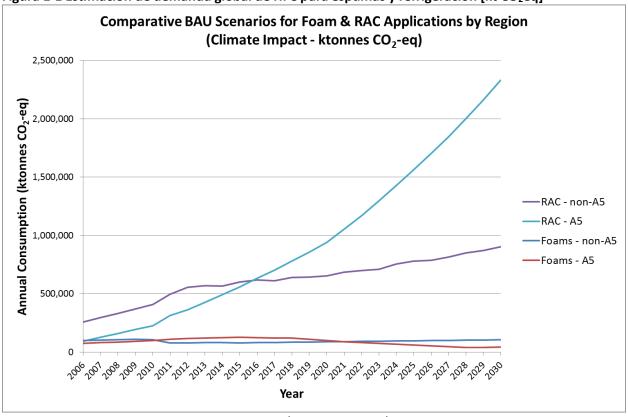
³ El PCG es una equivalencia que permite comparar los distintos gases de acuerdo a su impacto en el calentamiento global, y es una unidad relativa al CO2. El PCG-100 es el impacto en 100 años de una sustancia, mientras el CO2 tiene un PCG-100 de 1, el HFC134a, el HFC que más se utiliza en Chile, tiene un PCG-100 de 1430.

⁴ Con la introducción de los HFC como una sustancia controlada por el protocolo de Montreal, por la enmienda de Kigali (UN, 2016), esté controlara su consumo, mientras que la CMNUCC controlara las emisiones.









Fuente: (Maranion, 2015)

La actual composición del mercado según HFC, ponderada por uso (tonelaje), tiene una vida media de 15 años, por lo que es considerado como un contaminante climático de vida corta (CCVC). Los CCVC⁵ permanecen en la atmósfera por periodos de tiempo relativamente cortos, desde algunos días a algunas décadas, y por lo tanto, también se conocen como forzadores del clima de corta duración. Debido a su naturaleza, la mitigación de estas emisiones tiene ciertas ventajas competitivas al compararla con los esfuerzos que se podrían hacer en mitigar otras emisiones, pues los impactos de las reducciones son observables en el corto plazo. Si bien la presente iniciativa no se enmarca en los esfuerzos asociados a los CCVC, si tienen directa relación y son un antecedente relevante para el presente estudio.

Desde el año 2012, Chile es miembro del "Climate and Clean Air Coalition to Reduce Short-Lived Climate Pollutants (CCAC)", siendo el MMA el punto focal. La CCAC es una coalición global que une a los gobiernos, la sociedad civil y el sector privado, con el objetivo de mejorar la calidad del aire y reducir los efectos del cambio climático al promover la reducción de emisiones de los contaminantes climáticos de vida corta.

⁵ Los principales CCVC son: carbono negro, metano, ozono troposférico y los HFC.





El MMA participa activamente en reuniones de la organización de América Latina y el Caribe (LAC) y del *Working Group* en Paris⁶, con el objeto de conocer y compartir las mejores prácticas y facilitar la colaboración futura entre los integrantes de la coalición. Dentro del Ministerio se estudian las acciones tendentes a la reducción de las emisiones de los GEI, como los HFC, y las medidas de adaptación necesarias para hacer frente a los efectos del cambio climático en Chile.

En el año 2016, el PNUMA y la CCAC publicaron un reporte de evaluación de los CCVC en LAC⁷, reportando una emisión para Chile de 3.762 millones de toneladas de HFC en el año 2010, emisiones principalmente del sector refrigeración comercial. Se proyecta un aumento importante de estas emisiones en el tiempo para la región Latinoamérica y el Caribe.

En lo específico, la elaboración de un inventario nacional de HFC tiene por objetivo identificar la cantidad y tipo de HFC utilizado en las diferentes aplicaciones y sub-aplicaciones como reemplazo de las SAO, y estimar sus emisiones, conforme a las directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (GL20068) y del TEAP del Protocolo de Montreal sobre las SAO. Esto permitiría obtener información necesaria para reducir los niveles de contaminación global y a nivel nacional, contar con información completa que pueda ser utilizada en la definición acciones respecto a las alternativas a las SAO.

⁶ Cabe destacar, que el actual Subsecretario del Medio Ambiente, Señor Marcelo Mena, es Co-Presidente de la Coalición por el Clima y Aire Limpio (CCAC) del PNUMA, desde el 25 de septiembre del 2014, por un periodo de 2 años.

⁷ UNEP & CCAC (2016). Integrated Assessment of Short-Lived Climate Pollutants in Latin America and the Caribbean: Summary for Decision Makers.

⁸ http://www.Jpcc-nggipiges.orJp/public/2006gl/spanish/pdf/3 Volume3A/3 7 Ch7 ODS Substite





2. Objetivos del estudio

A continuación, se presentan los objetivos del estudio. Cabe destacar que en este informe se abarcan las actividades relacionadas con los objetivos específicos 2 y 3: Cuantificación de HFC usados en aplicaciones y sub-aplicaciones, y Elaboración de un inventario nacional de emisiones de HFC, según aplicaciones y sub-aplicaciones, de acuerdos a las GL2006.

Las actividades asociadas al informe 1 fueron cubiertas en un primer de informe de avance cuya versión final corresponde a la de 23 de noviembre del 2016.

2.1 Objetivo General

Elaborar un Inventario nacional de HFC entre los años 1990 y 2015, según sus aplicaciones y sub-aplicaciones, conforme a las GL2006 del IPCC y del TEAP del Protocolo de Montreal.

2.2 Objetivos Específicos

- 1. Identificar los HFC (puro y en mezclas) usados en las diferentes aplicaciones y subaplicaciones, entre los años 1990 y 2015.
- 2. Cuantificar los HFC (puro y en mezclas) usados en aplicaciones y sub-aplicaciones, de acuerdo a las GL2006 y al TEAP, entre los años 1990 y 2015.
- 3. Elaborar inventario nacional de emisiones de HFC, según sus aplicaciones y subaplicaciones, entre los años 1990 y 2015, de acuerdo a las GL2006.

De acuerdo a las bases técnicas del estudio las actividades a realizar para el objetivo 2 son:

- a) Determinar el total de HFC para toda la serie temporal
- b) Caracterizar los usuarios de HFC
- c) Definir el enfoque y nivel en que se implementara el inventario de emisiones
- d) Justificar Factores de emisión seleccionados
- e) Clasificar emisiones según tipo: "rápidas" o "banco"
- f) Describir el mercado de los HFC en Chile
- g) Estimación del tamaño de los "bancos" de HFC
- h) Definición de la cantidad de equipos o productos que usan HFC
- i) Definición de metodología para regionalizar
- j) Elaboración del informe de avance 2

Con el fin de cumplir con las actividades descritas en las bases técnicas del presente estudio se reordenaron y agruparon las actividades en 3 grupos de actividades complementarias:





- Estimación del consumo de HFC y productos/equipos asociados.
 - o Determinar el total de HFC para toda la serie temporal
 - o Definición de la cantidad de equipos o productos que usan HFC y sus cargas
 - Estimación del tamaño de los "bancos" de HFC
- Caracterización del consumo de HFC en Chile
 - Caracterizar los usuarios de HFC
 - o Describir el mercado de los HFC en Chile
 - Definición de metodología para regionalizar
- Diseño del inventario de emisiones
 - o Clasificar emisiones según tipo: "rápidas" o "banco"
 - Definir el enfoque y nivel en que se implementará el inventario de emisiones
 - Justificar Factores de emisión seleccionados

En el primer grupo de actividades se presentan los resultados de la revisión de las bases de datos del Servicio Nacional de Aduanas con la información disponible a la fecha, considerando las importaciones de sustancias (puras o mezclas), así como de los principales productos y equipos asociados al consumo de HFC. Lo anterior permitiría contar con una primera estimación del banco de HFC en el país.

El segundo grupo de actividades corresponde a una caracterización del mercado de HFC en sus distintos estamentos, poniendo énfasis en los mercados de refrigeración y aire acondicionado. Cabe destacar que a nivel global dicha aplicación representa aproximadamente el 86% del mercado que utiliza HFC (UNEP - Ozone Secretariat, 2015e), situación que podría esperarse para Chile. La información presentada proviene de una serie de entrevistas presenciales y telefónicas con actores del mercado, así como información secundaria sobre el mercado chileno recolectada principalmente a partir de estudios previos realizados por la Unidad de Ozono.

El tercer grupo de actividades corresponde a una profundización del diseño del inventario de emisiones respecto al primer informe, donde el contexto dado por los dos primeros grupos de actividades permite elaborar un diseño más acorde con la realidad chilena.

Por su parte, las actividades asociadas al tercer objetivo específico son:

- a) Elaborar inventario, donde la estimación de emisiones nacionales, consideren las emisiones reales.
- Estimar las emisiones para cada HFC a nivel de sub-aplicaciones, justificando el método, y describiendo datos de actividad, factor de emisión, actividades de control de calidad, verificación de datos y exhaustividad de los mismos
- c) Identificación de incertidumbres asociadas a los datos
- d) Establecimiento de procedimientos para la actualización regular
- e) Estimación del crecimiento de la producción para cada una de las sub-aplicaciones consideradas

GreenLabUCGestión y Política Ambiental DICTUC S.A.



- f) Señalar la distribución de uso de los HFC por área y sub-aplicación
- g) Presentar información regionalizada para cada sub-aplicación
- h) Desarrollar un documento de procedimientos
- i) Elaborar Informe Final

Estas actividades son abordadas en el capítulo 6 del presente informe, en conjunto con el manual de procedimientos para la actualización del inventario que se entrega de forma anexa al presente informe.

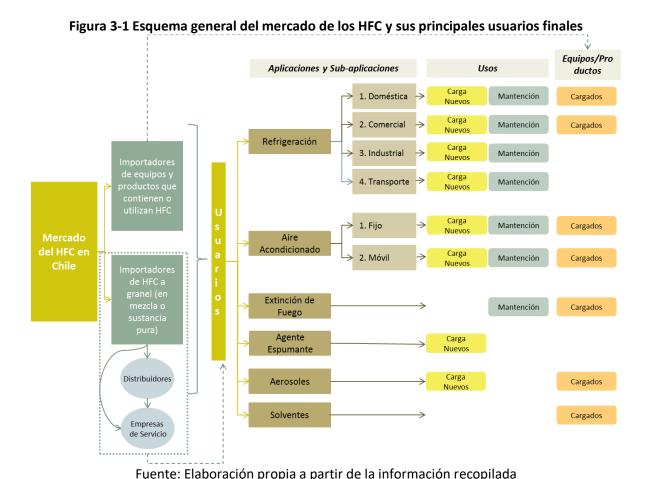




3. Caracterización del consumo de HFC en Chile

De acuerdo a lo mencionado en el capítulo anterior los HFC se utilizan en diversas aplicaciones, principalmente en el sector de RAA. Este capítulo presenta la descripción por sector y subsector del mercado de los HFC en Chile, detallando la metodología de recopilación de antecedentes, encuestas, procesamiento de datos y entrevistas realizadas para la obtención de información relevante para este estudio.

La información primaria proviene de las estadísticas de importaciones y exportaciones del Servicio Nacional de Aduanas, la que se utilizó para identificar los principales actores en el mercado de los HFC en Chile en los periodos de años 2010-2015. Para complementar esta información y poder describir de mejor manera el mercado, se realizaron encuestas de forma individual a algunas empresas representativas, incluidas en la información del Servicio Nacional de Aduanas e identificadas por su Razón Social. Dicha información fue procesada y analizada para realizar un nexo entre los actores que conforman el mercado de los HFC y las importaciones y exportaciones realizadas anualmente en nuestro país.







Para una mejor comprensión de la Figura 3-1 a continuación se presentan las definiciones que explican cada bloque del esquema.

- Mercado de HFC en Chile: Comprende todo el HFC utilizado en Chile, ya sea en importaciones a granel (puro o mezcla) o contenido en productos o equipos.
- Importadores de HFC en mezclas o sustancia pura: Principalmente empresas del rubro químico que juegan el papel de ingresar al país los HFC a granel que serán utilizados posteriormente por los usuarios finales.
- Importadores de equipos y productos que contienen HFC: Son aquellas empresas que realizan importaciones de equipos y productos que contienen HFC, para las distintas aplicaciones y sub-aplicaciones.
- Distribuidores: Proveen a usuarios finales o empresas que prestan servicios a éstos de HFC.
- Empresas de Servicios: Prestan servicios a los usuarios finales de HFC en instalación y mantención de RAA.
- Usuarios Finales: Aquellos que utilizan HFC a granel (puro o mezcla) para instalación, mantención y/o fabricación de las distintas aplicaciones y sub-aplicaciones que tienen los HFC, ya sea mediante adquisición directa a importadores o distribuidores o a través de empresas de servicio.
- Uso Carga Nuevos: HFC utilizado para carga de equipos o instalaciones nuevas de RAA o fabricación de productos que contienen HFC (aerosoles y espumas).
- Uso Mantención: HFC utilizado para mantener (recargar HFC fugado) equipos/instalaciones de RAA y para recarga de equipos de extinción de fuego.
- Equipos/Productos Cargados: HFC contenido en equipos/productos importados.

En las siguientes secciones se presentan por separado la descripción del mercado de los HFC y la caracterización de los usuarios finales, cada una con una metodología en particular.

3.1 Descripción del mercado de los HFC

Dado que en Chile no hay fabricación de HFC, su cadena de comercialización en nuestro país tiene como primer eslabón las importaciones, tanto de sustancias a granel (mezclas o puras) como de equipos y productos que contienen HFC. Las empresas importadoras de HFC a granel dan cobertura a distintos agentes del mercado tales como los distribuidores de gases y suministros de RAA, las empresas de servicios de mantención e instalación de RAA o directamente abastecen a los usuarios finales, tal como se describe en la Figura 3-1, la cual muestra el panorama general del mercado de los HFC.

Para comprender y caracterizar el mercado de los HFC en Chile, hasta antes de llegar al usuario final, se desarrolló la metodología descrita en la Tabla 3-1 la cual, en términos generales, consiste en analizar la información disponible de importaciones proporcionada por el Servicio





Nacional de Aduanas y realizar seguimiento a los HFC en el mercado chileno a través de los distintos agentes participantes, a través de la aplicación de una encuesta telefónica a los actores identificados según metodología expuesta en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1: Metodología de la descripción del mercado de los HFC en Chile

Etapa	Metodología	Fuente de Información
Importadores de HFC en mezclas o sustancia pura	Identificación de los principales importadores, luego entrevista con los importadores identificados	Servicio Nacional de Aduanas
Importadores de equipos y productos que contienen HFC	Identificación de los importadores por partida arancelaria y entrevistas con agentes importadores	Servicio Nacional de Aduanas
Distribuidores	Identificación de los distribuidores a lo largo del país y posterior entrevista telefónica	Listado empresas suscritas a la Cámara Chilena de la Refrigeración e información pública (Mercantil, Amarillas y páginas web de empresas)
Empresas de Servicios	Identificación de las empresas de servicio a lo largo del país y posterior entrevista telefónica	Listado empresas suscritas a la Cámara Chilena de la Refrigeración e información pública (Mercantil, Amarillas y páginas web de empresas)

Fuente: Elaboración propia en base a información disponible

Las partidas arancelarias analizadas para describir el mercado de HFC en Chile se detallan en la Tabla 3-2.

Las sub-partidas arancelarias 8418.6900⁹, 8418.9000¹⁰ de refrigeración, no se han incluido dado que corresponden a importaciones de partes o productos que no contendrían HFC, asimismo tampoco se incluyó la partida arancelaria 8418.6100¹¹ no contar con suficiente información respecto de los equipos contenidos en esta sub-partida, además de representar una fracción muy menor de los equipos importados al país.

El análisis de mercado y de los usos de los HFC se presentará para el periodo comprendido entre los años 2010 y 2015 con el fin de describir cuáles son los participantes en el mercado. Se seleccionó éste rango de tiempo en conjunto con la contraparte ya que permite tener una visión general del mercado de los HFC en los últimos años y cómo se distribuye su uso actualmente.

⁹ Corresponde a "Los demás" dentro de la categoría de "Los demás materiales, máquinas y aparatos para producción de frío; bombas de calor", siendo principalmente parte de estructuras para instalaciones frigoríficas industriales. De acuerdo con los actores de la industria entrevistados relacionados con estos movimientos (tales como importadores (TRANE) y diseñadores (FrioIngenieria)) el refrigerante asociado a las grandes unidades de refrigeración es importado en cilindros anexos, y luego queda considerado dentro de las importaciones a granel.

¹⁰ Corresponde a la sub-partida arancelaria "Partes", correspondiente principalmente a repuestos y piezas tales como puertas, bandejas, etc.

¹¹ Bombas de calor, excepto las máquinas y aparatos para acondicionamiento de aire de la partida arancelaria 84.15





El criterio para determinar a qué sub-aplicación corresponde cada sub-partida de la partida arancelaria 84.18 (refrigeración) es que todas las sub-partidas que contienen "de uso doméstico" en su descripción pertenecen a la sub-aplicación doméstica, mientras que las sub-partidas restantes son sub-aplicación comercial.

Tabla 3-2 Partidas arancelarias analizadas para conocer la distribución del mercado de importadores de HFC a granel y equipos/productos que contienen HFC en Chile

Partida	Sub-partida	Descripción	Aplicación	Sub- Aplicación
29.03	No aplica	Derivados halogenados de los hidrocarburos	No aplica	No aplica
38.24	No aplica	Preparaciones aglutinantes para moldes o núcleos de fundición; productos químicos y preparaciones de la industria química o de las industrias conexas (incluidas las mezclas de productos naturales), no expresados ni comprendidos en otra parte	No aplica	No aplica
84.18	8418.1011	Combinaciones de refrigerador y congelador con puertas exteriores separadas: De compresión, de uso doméstico De capacidad superior a 100 l pero inferior o igual a 200 l	Refrigeración	Doméstica
84.18	8418.1012	Combinaciones de refrigerador y congelador con puertas exteriores separadas: De compresión, de uso doméstico De capacidad superior a 200 l pero inferior o igual a 300 l	Refrigeración	Doméstica
84.18	8418.1013	Combinaciones de refrigerador y congelador con puertas exteriores separadas: De compresión, de uso doméstico De capacidad superior a 300 l pero inferior o igual a 400 l	Refrigeración	Doméstica
84.18	8418.1019	Las demás Combinaciones de refrigerador y congelador con puertas exteriores separadas: De compresión.	Refrigeración	Doméstica
84.18	8418.1090	Las demás Combinaciones de refrigerador y congelador con puertas exteriores separadas	Refrigeración	Comercial
84.18	8418.2110	Refrigeradores domésticos De compresión De capacidad inferior o igual a 100 l	Refrigeración	Doméstica
84.18	8418.2120	Refrigeradores domésticos De compresión De capacidad superior a 100 l pero inferior o igual a 200 l	Refrigeración	Doméstica
84.18	8418.2130	Refrigeradores domésticos De compresión De capacidad superior a 200 l pero inferior o igual a 300 l	Refrigeración	Doméstica
84.18	8418.2190	Los demás Refrigeradores domésticos De compresión	Refrigeración	Doméstica
84.18	8418.2900	Los demás Refrigeradores domésticos	Refrigeración	Doméstica
84.18	8418.3000	Congeladores horizontales del tipo arcón (cofre), de capacidad inferior o igual a 800 l	Refrigeración	Comercial
84.18	8418.4000	Congeladores verticales del tipo armario, de capacidad inferior o igual a 900 l	Refrigeración	Comercial
84.18	8418.5000	Los demás muebles (armarios, arcones (cofres), vitrinas, mostradores y similares) para la conservación y exposición de los productos, que incorporen un equipo para refrigerar o congelar	Refrigeración	Comercial

Fuente: Elaboración propia en base a información del Servicio Nacional de Aduanas





Tabla 3-2 (cont.) Partidas arancelarias analizadas para conocer la distribución del mercado de los HFC en Chile

Partida	Sub- partida	Descripción	Aplicación	Sub- Aplicación
84.15	8415.1000	Máquinas y aparatos para acondicionamiento de aire que comprendan un ventilador con motor y los dispositivos adecuados para modificar la temperatura y la humedad, aunque no regulen separadamente el grado higrométrico. De pared o para ventanas, formando un solo cuerpo o del tipo sistema de elementos separados («split-system»)	Aire Acondicionado	Fijo
84.15	8415.8100	Máquinas y aparatos para acondicionamiento de aire que comprendan un ventilador con motor y los dispositivos adecuados para modificar la temperatura y la humedad, aunque no regulen separadamente el grado higrométrico. Con equipo de enfriamiento y válvula de inversión del ciclo térmico (bombas de calor reversibles)	Aire Acondicionado	Fijo
84.15	8415.8200	Máquinas y aparatos para acondicionamiento de aire que comprendan un ventilador con motor y los dispositivos adecuados para modificar la temperatura y la humedad, aunque no regulen separadamente el grado higrométrico. Los demás, con equipo de enfriamiento	Aire Acondicionado	Fijo
30.04	No aplica	Medicamentos (excepto los productos de las partidas arancelarias 30.02, 30.05 ó 30.06) constituidos por productos mezclados o sin mezclar, preparados para usos terapéuticos o profilácticos, dosificados (incluidos los destinados a ser administrados por vía transdérmica) o acondicionados para la venta al por menor	Aerosoles	Médicos
38.14	No aplica	Disolventes y diluyentes orgánicos compuestos, no expresados ni comprendidos en otra parte; preparaciones para quitar pinturas o barnices	Solventes	No aplica
38.13	No aplica	Preparaciones y cargas para aparatos extintores; granadas y bombas extintoras.	Extinción de Fuego	No aplica

A continuación, se detallan los diferentes componentes del mercado de los HFC en Chile, comenzando por los importadores de equipos y productos que contienen HFC y la estimación del HFC contenido en ellos, seguido de los importadores de HFC a granel (puro y en mezclas). Además, se incluye la caracterización de los distribuidores de HFC a granel y de las empresas que prestan servicios de mantención e instalación de RAA.

3.1.1 Importadores de HFC en Mezcla o Sustancia Pura

Se analizaron las importaciones realizadas entre los años 1999 y 2015 para las partidas arancelarias 29.03 y 38.24, las cuales describen las operaciones de importación de sustancias puras y mezclas que contienen HFC respectivamente. En las tablas Tabla 3-3 y Tabla 3-4 se presentan las importaciones totales en kilogramos netos de las partidas arancelarias 29.03 (sustancias puras) y 38.24 (mezclas) entre los años 2010 y 2015.





Tabla 3-3 Principales importadores de HFC de la partida 29.03, periodo 2010-2015 [kg]

201		-	2011			2012		
	kg de			kg de			kg de	
Import.	sustancia	Part.	Import.	sustancia	Part.	Import.	sustancia	Part.
Unión Química	116.711	30%	Unión Química	108.070	21%	Unión Química	108.663	27%
Proquiel Ltda	51.109	13%	Ixom Chile	63.592	13%	Proquiel Ltda	47.192	12%
Ixom Chile	47.175	12%	Indura S.A.	56.750	11%	Ixom Chile	44.167	11%
Ind. Quím. Reno	42.568	11%	Westfire Sudamérica	35.674	7%	Indura S.A.	37.902	9%
Indura S.A.	27.427	7%	Proquiel Ltda	31.280	6%	Westfire Sudamérica	33.779	8%
F.H. Engel	20.692	5%	Soc. Com. Marítima y Téc.	31.280	6%	Helson Muñoz y Cía	26.840	7%
Comex	19.000	5%	Oxiquim S.A.	28.671	6%	Sudamericana Agencia	15.572	4%
Soc. Com. Marítima y Téc.	15.504	4%	Mimet S.A.	27.550	5%	Ind. Quím. Reno	13.600	3%
Westfire Sudamérica	11.576	3%	Ind. Quím. Reno	27.064	5%	Dist. Portland	12.811	3%
Mimet S.A.	10.628	3%	Dist. Portland	15.504	3%	Mimet S.A.	11.400	3%
15 empresas	32.840	8%	22 empresas	82.054	16%	72 empresas	52.232	13%
Total	395.229	100%	Total	507.489	100%	Total	404.157	100%
201	13		201			20	15	
201	l3 kg de		-	kg de		20	15 kg de	
Import.	kg de sustancia	Part.	Import.	kg de sustancia	Part.	20 Import.	kg de sustancia	Part.
201	l3 kg de		-	kg de		20	15 kg de	
Import.	kg de sustancia	Part.	Import.	kg de sustancia	Part.	20 Import.	kg de sustancia	Part.
Import. Unión Química	kg de sustancia	Part. 39%	Import. Unión Química	kg de sustancia 223.312	Part. 40%	Import. Unión Química	kg de sustancia 217.236	Part. 38%
Import. Unión Química Ind. Quím. Reno	kg de sustancia 187.188 57.936	Part. 39% 12%	Import. Unión Química Du Pont Chile	kg de sustancia 223.312 40.102	Part. 40% 7%	Import. Unión Química Ixom Chile Proquiel Ltda Indura S.A.	kg de sustancia 217.236 88.496	Part. 38% 15%
Import. Unión Química Ind. Quím. Reno Ixom Chile	kg de sustancia 187.188 57.936 43.160	Part. 39% 12% 9%	Import. Unión Química Du Pont Chile Ixom Chile	kg de sustancia 223.312 40.102 34.840	Part. 40% 7% 6%	Import. Unión Química Ixom Chile Proquiel Ltda Indura S.A. The Chemours Comp.	kg de sustancia 217.236 88.496 43.792	Part. 38% 15% 8%
Import. Unión Química Ind. Quím. Reno Ixom Chile Dist. Portland	kg de sustancia 187.188 57.936 43.160 35.034	Part. 39% 12% 9% 7%	Import. Unión Química Du Pont Chile Ixom Chile Dist. Portland	kg de sustancia 223.312 40.102 34.840 34.639	Part. 40% 7% 6%	Import. Unión Química Ixom Chile Proquiel Ltda Indura S.A. The Chemours	kg de sustancia 217.236 88.496 43.792 30.062	Part. 38% 15% 8% 5%
Import. Unión Química Ind. Quím. Reno Ixom Chile Dist. Portland Proquiel Ltda	kg de sustancia 187.188 57.936 43.160 35.034 31.280	Part. 39% 12% 9% 7%	Import. Unión Química Du Pont Chile Ixom Chile Dist. Portland Proquiel Ltda	kg de sustancia 223.312 40.102 34.840 34.639 31.008	Part. 40% 7% 6% 6%	Import. Unión Química Ixom Chile Proquiel Ltda Indura S.A. The Chemours Comp. Westfire	kg de sustancia 217.236 88.496 43.792 30.062 25.031	Part. 38% 15% 8% 5% 4%
Import. Unión Química Ind. Quím. Reno Ixom Chile Dist. Portland Proquiel Ltda Mimet S.A. Indura S.A. Sudamericana	kg de sustancia 187.188 57.936 43.160 35.034 31.280 22.950 17.081	Part. 39% 12% 9% 7% 6% 5% 4%	Import. Unión Química Du Pont Chile Ixom Chile Dist. Portland Proquiel Ltda Sitrans Mimet S.A.	kg de sustancia 223.312 40.102 34.840 34.639 31.008 29.104 28.500	Part. 40% 7% 6% 6% 5% 5%	Import. Unión Química Ixom Chile Proquiel Ltda Indura S.A. The Chemours Comp. Westfire Sudamérica Cintac	kg de sustancia 217.236 88.496 43.792 30.062 25.031 20.367 19.200	Part. 38% 15% 8% 5% 4% 4% 3%
Import. Unión Química Ind. Quím. Reno Ixom Chile Dist. Portland Proquiel Ltda Mimet S.A. Indura S.A. Sudamericana Agencia	kg de sustancia 187.188 57.936 43.160 35.034 31.280 22.950 17.081	Part. 39% 12% 9% 7% 6% 5% 4%	Import. Unión Química Du Pont Chile Ixom Chile Dist. Portland Proquiel Ltda Sitrans Mimet S.A. Ind. Quím. Reno	kg de sustancia 223.312 40.102 34.840 34.639 31.008 29.104 28.500	Part. 40% 7% 6% 6% 5% 5%	Import. Unión Química Ixom Chile Proquiel Ltda Indura S.A. The Chemours Comp. Westfire Sudamérica Cintac Dist. Portland	kg de sustancia 217.236 88.496 43.792 30.062 25.031 20.367 19.200	Part. 38% 15% 8% 5% 4% 4% 3%
Import. Unión Química Ind. Quím. Reno Ixom Chile Dist. Portland Proquiel Ltda Mimet S.A. Indura S.A. Sudamericana	kg de sustancia 187.188 57.936 43.160 35.034 31.280 22.950 17.081	Part. 39% 12% 9% 7% 6% 5% 4%	Import. Unión Química Du Pont Chile Ixom Chile Dist. Portland Proquiel Ltda Sitrans Mimet S.A. Ind. Quím. Reno	kg de sustancia 223.312 40.102 34.840 34.639 31.008 29.104 28.500	Part. 40% 7% 6% 6% 5% 5%	Import. Unión Química Ixom Chile Proquiel Ltda Indura S.A. The Chemours Comp. Westfire Sudamérica Cintac Dist. Portland Maersk	kg de sustancia 217.236 88.496 43.792 30.062 25.031 20.367 19.200	Part. 38% 15% 8% 5% 4% 4% 3%
Import. Unión Química Ind. Quím. Reno Ixom Chile Dist. Portland Proquiel Ltda Mimet S.A. Indura S.A. Sudamericana Agencia	kg de sustancia 187.188 57.936 43.160 35.034 31.280 22.950 17.081	Part. 39% 12% 9% 7% 6% 5% 4%	Import. Unión Química Du Pont Chile Ixom Chile Dist. Portland Proquiel Ltda Sitrans Mimet S.A. Ind. Quím. Reno	kg de sustancia 223.312 40.102 34.840 34.639 31.008 29.104 28.500	Part. 40% 7% 6% 6% 5% 5%	Import. Unión Química Ixom Chile Proquiel Ltda Indura S.A. The Chemours Comp. Westfire Sudamérica Cintac Dist. Portland	kg de sustancia 217.236 88.496 43.792 30.062 25.031 20.367 19.200	Part. 38% 15% 8% 5% 4% 4% 3%
Import. Unión Química Ind. Quím. Reno Ixom Chile Dist. Portland Proquiel Ltda Mimet S.A. Indura S.A. Sudamericana Agencia Westfire Sudamérica	kg de sustancia 187.188 57.936 43.160 35.034 31.280 22.950 17.081 15.640 14.726	Part. 39% 12% 9% 7% 6% 5% 4% 3%	Import. Unión Química Du Pont Chile Ixom Chile Dist. Portland Proquiel Ltda Sitrans Mimet S.A. Ind. Quím. Reno Indura S.A.	kg de sustancia 223.312 40.102 34.840 34.639 31.008 29.104 28.500 28.424 23.960	Part. 40% 7% 6% 6% 5% 5% 4%	Import. Unión Química Ixom Chile Proquiel Ltda Indura S.A. The Chemours Comp. Westfire Sudamérica Cintac Dist. Portland Maersk Santiago Prod.	kg de sustancia 217.236 88.496 43.792 30.062 25.031 20.367 19.200 19.040 18.000	Part. 38% 15% 8% 5% 4% 4% 3% 3%

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Servicio Nacional de Aduanas





Tabla 3-4: Principales importadores de HFC de la partida arancelaria 38.24, periodo 2010-2015 [kg]

20)10		2011			2012		
	kg de			kg de			kg de	
Import.	sustancia	Part.	Import.	sustancia	Part.	Import.	sustancia	Part.
Unión Química	187.197	48%	Unión Química	243.153	45%	Unión Química	319.339	52%
Proquiel Ltda	107.570	28%	Proquiel Ltda	132.914	25%	Proquiel Ltda	126.486	21%
Ind. Quím. Reno	22.943	6%	Ind. Quím. Reno	41.648	8%	Ind. Quím. Reno	39.175	6%
Ixom Chile	19.945	5%	Ixom Chile	36.077	7%	Ixom Chile	32.621	5%
F.H. Engel	16.787	4%	F.H. Engel	25.245	5%	Dist. Portland	33.779	6%
Sudamericana Agencia	13.600	4%	Indura S.A.	18.118	3%	Santiago Prod. Qcos.	10.688	2%
Dist. Portland	12.654	3%	Dist. Portland	12.768	2%	Comex	10.037	2%
Cia. Marítima Unitor	3.600	1%	Austral Chemicals	9.072	2%	Mimet S.A.	8.250	1%
5 empresas	2.344	1%	12 empresas	19.643	4%	9 empresas	29.636	5%
Total	386.639	100%	Total	538.639	100%	Total	610.011	100%
20)13		2014			2015		
	kg de			kg de			kg de	
Import.	sustancia	Part.	Import.	sustancia	Part.	Import.	sustancia	Part.
Unión Química	314.909	52%	Unión Química	351.398	46%	Unión Química	319.339	47%
Proquiel Ltda	116.635	19%	Proquiel Ltda	126.297	16%	Proquiel Ltda	122.812	18%
Ind. Quím. Reno	71.681	12%	Du Pont Chile	71.981	9%	Dist. Portland	63.643	9%
Dist. Portland	39.565	6%	Ind. Quím. Reno	47.513	6%	F.H. Engel	39.555	6%
Ixom Chile	39.497	6%	Dist. Portland	46.632	6%	Cía. De Inversiones	32.975	5%
	33.437	0,0	Dist. For tiaria				0 = .0 . 0	
Cía. De Inversiones	10.050	2%	Santiago Prod.	39.488	5%	Santiago Prod. Qcos.	29.180	4%
Cía. De Inversiones Santiago Prod. Qcos.			Santiago Prod. Qcos.		5% 4%	Qcos.		4% 3%
Santiago Prod.	10.050	2%	Santiago Prod. Qcos.	39.488		Qcos.	29.180	
Santiago Prod. Qcos.	10.050 6.272	2%	Santiago Prod. Qcos.	39.488 32.625	4%	Qcos. Ixom Chile	29.180 18.885	3%

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Servicio Nacional de Aduanas

Se observa que el año 2015 se importaron 1.259.208 kilogramos de sustancias que contienen HFC entre puras y mezclas, las empresas Unión Química, Proquiel, Ixom Chile, Distribuidora Portland y F.H. Engel representan el 75% de dichas importaciones.

El detalle del tipo de sustancia importada y su uso se presenta en el capítulo 4.1.4 Consumo de sustancias puras y a granel por aplicación.





3.1.2 Importadores de equipos y productos que contienen HFC

Se analizaron las partidas arancelarias 84.18 (refrigeración) y 84.15 (aire acondicionado) con el fin de identificar a los importadores de equipos de refrigeración y aire acondicionado. Además, se analizaron las importaciones de las partidas arancelarias 38.14 y 38.13, correspondientes a las aplicaciones de solventes y extinción de fuego respectivamente. Para el análisis de importadores de aerosoles se analizó la partida arancelaria 30.04 (medicamentos mezclados y sin mezclar) que contienen las importaciones de broncodilatadores que contienen HFC (aerosoles médicos); no se presentan importaciones de otros aerosoles que pudieran contener HFC (limpieza, cuidado personal, etc.) ya que no existe una partida arancelaria que permita identificarlos. Las empresas presentadas corresponden a aquellas que efectuaron importaciones en los últimos seis años (2010 a 2015), con el fin de presentar la situación actual de los usuarios de esta categoría en Chile.

Para el caso de las espumas, se sabe que este producto viene instalado dentro de equipos de refrigeración, por lo mismo se hace imposible la cuantificación de la cantidad de espuma que entra al país en este formato ni si contienen o no HFC como agente espumante.

3.1.2.1 Refrigeración

En las tablas Tabla 3-5, Tabla 3-6, Tabla 3-7 y Tabla 3-8 se presentan los importadores con mayor participación en las importaciones de equipos de refrigeración doméstica, según análisis de las sub-partidas arancelarias 8418.10xx (excepto la 8418.1090), 8418.21xx y 8418.2900. Las tablas muestran a los importadores, la cantidad de unidades que importaron por año y su participación dicho año, además se indica la cantidad de empresas que completan el total de importaciones anualmente.





Tabla 3-5: Principales importadores de equipos de refrigeración doméstica (2010-2015) en unidades importadas, de los códigos arancelarios 8418.1011 y 8418.1012

8418.1011										
201	0		2011			20	2012			
Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.		
Electrolux	1.205	51%	Sindelen	1.360	62%	Juan E. Medina	15.304	72%		
Whirlpool	911	39%	Whirlpool	260	12%	LG Electronics	3.047	14%		
Kenworth-Daf	152	6%	Samsung	256	12%	Mabe	1.497	7%		
Miele	64	3%	Mabe	189	9%	Samsung	970	5%		
14 empresas	22	1%	11 empresas	113	5%	22 empresas	508	2%		
Total	2.354	100%	Total	2.178	100%	Total	21.326	100%		
2013			2014			2015				
Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.		
LG Electronics	9.506	83%	LG Electronics	4.557	81%	LG Electronics	7.623	62%		
Mabe	1.621	14%	Sindelen	500	9%	Sindelen	2.600	21%		
Whirlpool	280	2%	Mabe	401	7%	Dec Chile	1.296	11%		
Diederik Kwantes	33	0%	Luis M. Eusebio	88	2%	Whirlpool	390	3%		
10 empresas	34	0%	12 empresas	102	2%	11 empresas	417	3%		
Total	11.474	100%	Total	5.648	100%	Total	12.326	100%		
			8418.1	.012						
201	.0		2011			2012				
Immout										
Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.		
LG Electronics	Unidades 39.270	Part. 31%	Import. LG Electronics	Unidades 43.284	Part. 35%	Import. Samsung	Unidades 46.998	Part. 27%		
	39.270 22.575									
LG Electronics	39.270	31%	LG Electronics	43.284	35%	Samsung	46.998	27%		
LG Electronics Dec Chile	39.270 22.575	31% 18%	LG Electronics Electrolux	43.284 17.444	35% 14%	Samsung LG Electronics	46.998 39.678	27% 23%		
LG Electronics Dec Chile CTI S.A.	39.270 22.575 19.253	31% 18% 15%	LG Electronics Electrolux Samsung	43.284 17.444 15.619	35% 14% 13%	Samsung LG Electronics Dec Chile	46.998 39.678 30.993	27% 23% 18%		
LG Electronics Dec Chile CTI S.A. Electrolux	39.270 22.575 19.253 18.556	31% 18% 15% 15%	LG Electronics Electrolux Samsung Dec Chile	43.284 17.444 15.619 14.323	35% 14% 13% 11%	Samsung LG Electronics Dec Chile CTI S.A.	46.998 39.678 30.993 23.336	27% 23% 18% 13%		
LG Electronics Dec Chile CTI S.A. Electrolux Mabe 18 empresas Total	39.270 22.575 19.253 18.556 16.801	31% 18% 15% 15% 13%	LG Electronics Electrolux Samsung Dec Chile CTI S.A. 15 empresas Total	43.284 17.444 15.619 14.323 14.262	35% 14% 13% 11% 11%	Samsung LG Electronics Dec Chile CTI S.A. Mabe 13 empresas Total	46.998 39.678 30.993 23.336 10.103	27% 23% 18% 13% 6%		
LG Electronics Dec Chile CTI S.A. Electrolux Mabe 18 empresas	39.270 22.575 19.253 18.556 16.801 10.774	31% 18% 15% 15% 13% 8%	LG Electronics Electrolux Samsung Dec Chile CTI S.A. 15 empresas	43.284 17.444 15.619 14.323 14.262 19.990	35% 14% 13% 11% 11%	Samsung LG Electronics Dec Chile CTI S.A. Mabe 13 empresas	46.998 39.678 30.993 23.336 10.103 23.464	27% 23% 18% 13% 6% 13%		
LG Electronics Dec Chile CTI S.A. Electrolux Mabe 18 empresas Total	39.270 22.575 19.253 18.556 16.801 10.774	31% 18% 15% 15% 13% 8%	LG Electronics Electrolux Samsung Dec Chile CTI S.A. 15 empresas Total	43.284 17.444 15.619 14.323 14.262 19.990	35% 14% 13% 11% 11%	Samsung LG Electronics Dec Chile CTI S.A. Mabe 13 empresas Total	46.998 39.678 30.993 23.336 10.103 23.464	27% 23% 18% 13% 6% 13%		
LG Electronics Dec Chile CTI S.A. Electrolux Mabe 18 empresas Total 2013	39.270 22.575 19.253 18.556 16.801 10.774 127.229	31% 18% 15% 15% 13% 8% 100%	LG Electronics Electrolux Samsung Dec Chile CTI S.A. 15 empresas Total 2014	43.284 17.444 15.619 14.323 14.262 19.990 124.922	35% 14% 13% 11% 11% 16% 100%	Samsung LG Electronics Dec Chile CTI S.A. Mabe 13 empresas Total 2015	46.998 39.678 30.993 23.336 10.103 23.464 174.572	27% 23% 18% 13% 6% 13% 100%		
LG Electronics Dec Chile CTI S.A. Electrolux Mabe 18 empresas Total 2013 Import.	39.270 22.575 19.253 18.556 16.801 10.774 127.229 Unidades 47.566 44.039	31% 18% 15% 15% 13% 8% 100% Part. 29% 27%	LG Electronics Electrolux Samsung Dec Chile CTI S.A. 15 empresas Total 2014 Import.	43.284 17.444 15.619 14.323 14.262 19.990 124.922 Unidades	35% 14% 13% 11% 11% 16% 100% Part. 30% 28%	Samsung LG Electronics Dec Chile CTI S.A. Mabe 13 empresas Total 2015 Import. CTI S.A. LG Electronics	46.998 39.678 30.993 23.336 10.103 23.464 174.572 Unidades 41.819 28.521	27% 23% 18% 13% 6% 130% Part. 28% 19%		
LG Electronics Dec Chile CTI S.A. Electrolux Mabe 18 empresas Total 2013 Import. LG Electronics CTI S.A. Samsung	39.270 22.575 19.253 18.556 16.801 10.774 127.229 Unidades 47.566	31% 18% 15% 15% 13% 8% 100% Part. 29%	LG Electronics Electrolux Samsung Dec Chile CTI S.A. 15 empresas Total 2014 Import. LG Electronics	43.284 17.444 15.619 14.323 14.262 19.990 124.922 Unidades 39.714	35% 14% 13% 11% 11% 16% 100% Part. 30%	Samsung LG Electronics Dec Chile CTI S.A. Mabe 13 empresas Total 2015 Import. CTI S.A.	46.998 39.678 30.993 23.336 10.103 23.464 174.572 Unidades 41.819	27% 23% 18% 13% 6% 130% Part. 28%		
LG Electronics Dec Chile CTI S.A. Electrolux Mabe 18 empresas Total 2013 Import. LG Electronics CTI S.A.	39.270 22.575 19.253 18.556 16.801 10.774 127.229 Unidades 47.566 44.039	31% 18% 15% 15% 13% 8% 100% Part. 29% 27%	LG Electronics Electrolux Samsung Dec Chile CTI S.A. 15 empresas Total 2014 Import. LG Electronics CTI S.A.	43.284 17.444 15.619 14.323 14.262 19.990 124.922 Unidades 39.714 37.217	35% 14% 13% 11% 11% 16% 100% Part. 30% 28%	Samsung LG Electronics Dec Chile CTI S.A. Mabe 13 empresas Total 2015 Import. CTI S.A. LG Electronics	46.998 39.678 30.993 23.336 10.103 23.464 174.572 Unidades 41.819 28.521	27% 23% 18% 13% 6% 130% Part. 28% 19%		
LG Electronics Dec Chile CTI S.A. Electrolux Mabe 18 empresas Total 2013 Import. LG Electronics CTI S.A. Samsung	39.270 22.575 19.253 18.556 16.801 10.774 127.229 Unidades 47.566 44.039 32.011	31% 18% 15% 15% 13% 8% 100% Part. 29% 27% 19%	LG Electronics Electrolux Samsung Dec Chile CTI S.A. 15 empresas Total 2014 Import. LG Electronics CTI S.A. Samsung	43.284 17.444 15.619 14.323 14.262 19.990 124.922 Unidades 39.714 37.217 29.267	35% 14% 13% 11% 11% 16% 28% 22%	Samsung LG Electronics Dec Chile CTI S.A. Mabe 13 empresas Total 2015 Import. CTI S.A. LG Electronics Dec Chile	46.998 39.678 30.993 23.336 10.103 23.464 174.572 Unidades 41.819 28.521 28.012	27% 23% 18% 13% 6% 100% Part. 28% 19%		
LG Electronics Dec Chile CTI S.A. Electrolux Mabe 18 empresas Total 2013 Import. LG Electronics CTI S.A. Samsung Dec Chile	39.270 22.575 19.253 18.556 16.801 10.774 127.229 Unidades 47.566 44.039 32.011 19.077	31% 18% 15% 15% 13% 8% 100% Part. 29% 27% 19% 12%	LG Electronics Electrolux Samsung Dec Chile CTI S.A. 15 empresas Total 2014 Import. LG Electronics CTI S.A. Samsung Dec Chile	43.284 17.444 15.619 14.323 14.262 19.990 124.922 Unidades 39.714 37.217 29.267 13.587	35% 14% 13% 11% 11% 16% 20% Part. 30% 22% 10%	Samsung LG Electronics Dec Chile CTI S.A. Mabe 13 empresas Total 2015 Import. CTI S.A. LG Electronics Dec Chile Samsung	46.998 39.678 30.993 23.336 10.103 23.464 174.572 Unidades 41.819 28.521 28.012 21.679	27% 23% 18% 13% 6% 13% 100% Part. 28% 19% 18%		





Tabla 3-6 Principales importadores de equipos de refrigeración doméstica (2010-2015) en unidades importadas, de los códigos arancelarios 8418.1013 y 8418.1019

8418.1013										
2	010		2011			2012				
Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.		
LG Electronics	15.840	32%	LG Electronics	17.335	30%	LG Electronics	16.437	29%		
Mabe	11.883	24%	Samsung	17.099	29%	Dec Chile	10.095	18%		
Samsung	10.910	22%	Mabe	11.693	20%	Samsung	9.922	18%		
Dec Chile	7.502	15%	Dec Chile	6.278	11%	Mabe	8.408	15%		
14 empresas	2.740	6%	13 empresas	6.132	10%	11 empresas	10.935	20%		
Total	48.875	100%	Total	58.537	100%	Total	55.797	100%		
2013			2014			2015				
Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.		
LG Electronics	21.118	32%	Samsung	47.817	67%	Samsung	40.186	47%		
Samsung	18.210	27%	CTI S.A.	7.596	11%	LG Electronics	19.377	23%		
CTI S.A.	10.993	16%	Dec Chile	7.084	10%	Dec Chile	14.316	17%		
Dec Chile	10.408	16%	LG Electronics	5.634	8%	CTI S.A.	7.793	9%		
12 empresas	5.945	9%	6 empresas	2.770	4%	14 empresas	3.804	4%		
Total	66.674	100%	Total	70.901	100%	Total	85.476	100%		
			8418.10	19						
2010			2011			2012				
Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.		
Import. LG Electronics	Unidades 17.139	Part. 36%	Import. LG Electronics	Unidades 17.563	Part. 32%	Import. LG Electronics	Unidades 18.230	Part. 29%		
			•							
LG Electronics	17.139	36%	LG Electronics	17.563	32%	LG Electronics	18.230	29%		
LG Electronics Samsung	17.139 9.647	36% 20%	LG Electronics Samsung	17.563 11.658	32% 21%	LG Electronics Samsung	18.230 16.535	29% 27%		
LG Electronics Samsung Mabe	17.139 9.647 9.121	36% 20% 19%	LG Electronics Samsung Dec Chile	17.563 11.658 10.668	32% 21% 19%	LG Electronics Samsung Dec Chile Mabe	18.230 16.535 12.567	29% 27% 20%		
LG Electronics Samsung Mabe Dec Chile	17.139 9.647 9.121 8.282	36% 20% 19% 17%	LG Electronics Samsung Dec Chile Mabe	17.563 11.658 10.668 9.587	32% 21% 19% 17%	LG Electronics Samsung Dec Chile Mabe	18.230 16.535 12.567 11.191	29% 27% 20% 18%		
LG Electronics Samsung Mabe Dec Chile CTI S.A.	17.139 9.647 9.121 8.282 1.584	36% 20% 19% 17% 3%	LG Electronics Samsung Dec Chile Mabe Climo Chile	17.563 11.658 10.668 9.587 1.752	32% 21% 19% 17% 3%	LG Electronics Samsung Dec Chile Mabe CTI S.A.	18.230 16.535 12.567 11.191 1.224	29% 27% 20% 18% 2%		
LG Electronics Samsung Mabe Dec Chile CTI S.A. 42 empresas	17.139 9.647 9.121 8.282 1.584 1.852	36% 20% 19% 17% 3% 4%	LG Electronics Samsung Dec Chile Mabe Climo Chile 20 empresas	17.563 11.658 10.668 9.587 1.752 3.771	32% 21% 19% 17% 3% 7%	LG Electronics Samsung Dec Chile Mabe CTI S.A. 23 empresas	18.230 16.535 12.567 11.191 1.224 2.374	29% 27% 20% 18% 2% 4%		
LG Electronics Samsung Mabe Dec Chile CTI S.A. 42 empresas Total	17.139 9.647 9.121 8.282 1.584 1.852	36% 20% 19% 17% 3% 4%	LG Electronics Samsung Dec Chile Mabe Climo Chile 20 empresas Total	17.563 11.658 10.668 9.587 1.752 3.771	32% 21% 19% 17% 3% 7%	LG Electronics Samsung Dec Chile Mabe CTI S.A. 23 empresas Total	18.230 16.535 12.567 11.191 1.224 2.374	29% 27% 20% 18% 2% 4%		
LG Electronics Samsung Mabe Dec Chile CTI S.A. 42 empresas Total 2013	17.139 9.647 9.121 8.282 1.584 1.852 47.625	36% 20% 19% 17% 3% 4% 100%	LG Electronics Samsung Dec Chile Mabe Climo Chile 20 empresas Total 2014	17.563 11.658 10.668 9.587 1.752 3.771 54.999	32% 21% 19% 17% 3% 7% 100%	LG Electronics Samsung Dec Chile Mabe CTI S.A. 23 empresas Total 2015	18.230 16.535 12.567 11.191 1.224 2.374 62.121	29% 27% 20% 18% 2% 4% 100%		
LG Electronics Samsung Mabe Dec Chile CTI S.A. 42 empresas Total 2013 Import.	17.139 9.647 9.121 8.282 1.584 1.852 47.625	36% 20% 19% 17% 3% 4% 100% Part.	LG Electronics Samsung Dec Chile Mabe Climo Chile 20 empresas Total 2014 Import.	17.563 11.658 10.668 9.587 1.752 3.771 54.999 Unidades	32% 21% 19% 17% 3% 7% 100% Part.	LG Electronics Samsung Dec Chile Mabe CTI S.A. 23 empresas Total 2015 Import.	18.230 16.535 12.567 11.191 1.224 2.374 62.121 Unidades	29% 27% 20% 18% 2% 4% 100% Part.		
LG Electronics Samsung Mabe Dec Chile CTI S.A. 42 empresas Total 2013 Import. Samsung	17.139 9.647 9.121 8.282 1.584 1.852 47.625 Unidades 23.800	36% 20% 19% 17% 3% 4% 100% Part.	LG Electronics Samsung Dec Chile Mabe Climo Chile 20 empresas Total 2014 Import. Samsung	17.563 11.658 10.668 9.587 1.752 3.771 54.999 Unidades 23.175	32% 21% 19% 17% 3% 7% 100% Part. 47%	LG Electronics Samsung Dec Chile Mabe CTI S.A. 23 empresas Total 2015 Import. Samsung	18.230 16.535 12.567 11.191 1.224 2.374 62.121 Unidades 20.415	29% 27% 20% 18% 2% 4% 100% Part. 36%		
LG Electronics Samsung Mabe Dec Chile CTI S.A. 42 empresas Total 2013 Import. Samsung LG Electronics	17.139 9.647 9.121 8.282 1.584 1.852 47.625 Unidades 23.800 20.693	36% 20% 19% 17% 3% 4% 100% Part. 35% 30%	LG Electronics Samsung Dec Chile Mabe Climo Chile 20 empresas Total 2014 Import. Samsung Dec Chile	17.563 11.658 10.668 9.587 1.752 3.771 54.999 Unidades 23.175 10.045	32% 21% 19% 17% 3% 7% 100% Part. 47% 20%	LG Electronics Samsung Dec Chile Mabe CTI S.A. 23 empresas Total 2015 Import. Samsung Dec Chile	18.230 16.535 12.567 11.191 1.224 2.374 62.121 Unidades 20.415 16.484	29% 27% 20% 18% 2% 4% 100% Part. 36% 29%		
LG Electronics Samsung Mabe Dec Chile CTI S.A. 42 empresas Total 2013 Import. Samsung LG Electronics Dec Chile	17.139 9.647 9.121 8.282 1.584 1.852 47.625 Unidades 23.800 20.693 10.747	36% 20% 19% 17% 3% 4% 100% Part. 35% 30% 16%	LG Electronics Samsung Dec Chile Mabe Climo Chile 20 empresas Total 2014 Import. Samsung Dec Chile LG Electronics	17.563 11.658 10.668 9.587 1.752 3.771 54.999 Unidades 23.175 10.045 6.220	32% 21% 19% 17% 3% 7% 100% Part. 47% 20%	LG Electronics Samsung Dec Chile Mabe CTI S.A. 23 empresas Total 2015 Import. Samsung Dec Chile Mabe	18.230 16.535 12.567 11.191 1.224 2.374 62.121 Unidades 20.415 16.484 8.440	29% 27% 20% 18% 2% 4% 100% Part. 36% 29% 15%		
LG Electronics Samsung Mabe Dec Chile CTI S.A. 42 empresas Total 2013 Import. Samsung LG Electronics Dec Chile Mabe	17.139 9.647 9.121 8.282 1.584 1.852 47.625 Unidades 23.800 20.693 10.747 8.339	36% 20% 19% 17% 3% 4% 100% Part. 35% 30% 16% 12%	LG Electronics Samsung Dec Chile Mabe Climo Chile 20 empresas Total 2014 Import. Samsung Dec Chile LG Electronics Mabe	17.563 11.658 10.668 9.587 1.752 3.771 54.999 Unidades 23.175 10.045 6.220 4.968	32% 21% 19% 17% 3% 7% 100% Part. 47% 20% 13% 10%	LG Electronics Samsung Dec Chile Mabe CTI S.A. 23 empresas Total 2015 Import. Samsung Dec Chile Mabe LG Electronics	18.230 16.535 12.567 11.191 1.224 2.374 62.121 Unidades 20.415 16.484 8.440 7.591	29% 27% 20% 18% 2% 4% 100% Part. 36% 29% 15% 13%		





Tabla 3-7: Principales importadores de equipos de refrigeración doméstica (2010-2015) en unidades importadas, de los códigos arancelarios 8418.2110 y 8418.2120

	•		8418.2	2110		•			
20	010		2011			20	2012		
Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	
Mabe	12.866	26%	Mabe	9.877	28%	Mabe	12.050	27%	
RCL	7.446	15%	Dec Chile	8.334	23%	Dec Chile	9.754	22%	
Falabella	7.095	14%	Sodimac	5.424	15%	Falabella	5.557	12%	
Dec Chile	6.911	14%	Falabella	2.958	8%	Cencosud	3.623	8%	
Electrolux	4.482	9%	Comercial Eccsa	2.365	7%	Comercial Eccsa	3.551	8%	
42 empresas	11.181	22%	51 empresas	6.920	19%	50 empresas	10.613	24%	
Total	49.981	100%	Total	35.878	100%	Total	45.148	100%	
2013			2014			2015			
Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	
Mabe	9.303	19%	Dec Chile	9.792	24%	Dec Chile	14.264	31%	
Dec Chile	9.220	19%	Sodimac	6.243	15%	CTI S.A.	9.014	20%	
CTI S.A.	7.651	16%	Mabe	5.771	14%	Mabe	5.898	13%	
Cencosud	4.121	9%	CTI S.A.	5.334	13%	Cencosud	3.569	8%	
Sodimac	3.579	7%	Cencosud	4.650	11%	Sodimac	3.234	7%	
60 empresas	14.388	30%	46 empresas	9.359	23%	41 empresas	9.929	22%	
Total	48.262	100%	Total	41.149	100%	Total	45.908	100%	
			8418.2	2120					
20	010		201	1		20	12		
Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	
CTI S.A.	15.272	43%	Electrolux	5.520	25%	Electrolux	10.768	39%	
RCL	6.307	18%	Osvaldo Baigorria	4.500	21%	Dec Chile	4.527	17%	
Electrolux	3.140	9%	Samsung	3.024	14%	LG Electronics	2.977	11%	
Dec Chile	2.572	7%	LG Electronics	2.288	11%	CTI S.A.	2.301	8%	
Samsung	2.450	7%	CTI S.A.	2.242	10%	Mabe	2.098	8%	
14 empresas	5.603	16%	13 empresas	4.176	19%	11 empresas	4.738	17%	
	35.344	100%	0	21.750	100%	0	27.409	100%	
2013			2014			2015			
Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	
Electrolux	13.304	40%	Electrolux	14.798	42%	Electrolux	15.825	41%	
CTI S.A.	5.732	17%	RCL	5.367	15%	Dec Chile	9.611	25%	
Dec Chile	3.822	12%	CTI S.A.	5.161	15%	RCL	7.366	19%	
RCL	3.440	10%	Dec Chile	5.075	14%	Mabe	1.272	3%	
Mabe	2.818	8%	Mabe	3.228	9%	Kitchen Center	1.016	3%	
14 empresas	4.060	12%	16 empresas	1.860	5%	19 empresas	3.624	9%	
Total	33.176	100%	Total	35.489	100%	Total	38.714	100%	





Tabla 3-8 Principales importadores de equipos de refrigeración doméstica (2010-2015) en unidades importadas de los códigos arancelarios 8418.2130 y 8418.2900

Import. Unidades Part. Import. Unid				8418			· , · · · · · · · ·		
Import. Unidades Part. Import. Unidades Part. Import. Unidades Part. Samsung 14.611 93% Climo Chile 1.924 60% Mabe 3.719 79%	2010				.2130		2012		
Samsung		11	D			Dt		11	Dt
CTI S.A. 574				•			•		
Whiripool 388 2% Teka Chile 137 4% Whiripool 864 12% Kitchen Center 98 1% Kitchen Center 99 3% Climo Chile 276 4% 11 empresas 32 0% 11 empresas 120 4% 16 empresas 466 6% 76tal 15.704 10% 7ctal 3.225 100% 7ctal 7.458 100% 2013 2015 2									
Kitchen Center								1	
11 empresas 32									
Total									
Import.				•			·		
Import.		15.704	100%		3.225	100%		7.458	100%
Mabe									
Electrolux				•	Unidades	Part.	•	Unidades	Part.
Whirlpool 1.593 11% Ursus Trotter 135 5% Teka Chile 127 5% 126 Electronics 122 11% Teka Chile 86 3% Ursus Trotter 53 2% 70 70 70 70 70 70 70 7	Mabe	9.636	69%	Mabe	1.657		Walmart	2.011	83%
LG Electronics 122 1% Teka Chile 86 3% Ursus Trotter 53 2% 12 empresas 134 1% 15 empresas 120 4% 18 empresas 45 2% 700 701 2.432 100% 701 2.687 100% 701 2.432 100% 701 2.432 100% 701 2.432 100% 701 2.432 100% 701 2.432 100% 701 2.432 100% 701 2.432 100% 701 2.432 100% 701 2.432 100% 701 2.010 701 2.011 2.012 2.012 2.012 2.014 2.015 2.014 2.015 2.014 2.015 2.014 2.015 2.014 2.015 2.014 2.015 2.014 2.015 2.014 2.015 2.014 2.015 2.014 2.015 2.014 2.015 2.014 2.015 2.014 2.015 2.01	Electrolux	2.566	18%	Electrolux	689	26%	Com. Calvac	196	8%
12 empresas	Whirlpool	1.593	11%	Ursus Trotter	135	5%	Teka Chile	127	5%
Total 14.051 100% Total 2.687 100% Total 2.432 100%	LG Electronics	122	1%	Teka Chile	86	3%	Ursus Trotter	53	2%
March Marc	12 empresas	134	1%	15 empresas	120	4%	18 empresas	45	2%
Import.	Total	14.051	100%	Total	2.687	100%	Total	2.432	100%
Import.				8418	.2190				
Import. Unidades	2010						2012		
LG Electronics		Unidades	Part.	-	Unidades	Part.		Unidades	Part.
Whirlpool 779 28% Climo Chile 785 32% BSH 194 5% Pablo Dames B. 102 4% Samsung 195 8% Kitchen Center 109 3% Miele 43 2% BSH 183 7% Trotter 105 3% 3% 23 empresas 182 6% 21 empresas 223 9% 17 empresas 272 7% Total 2.806 100% Total 2.479 100% Total 3.977 100% 2013 2014 2.005 2015							•		
Pablo Dames B. 102									
Miele									
23 empresas 182 6% 21 empresas 223 9% 17 empresas 272 7%									
Total 2.806 100% Total 2.479 100% Total 3.977 100% 2013 2014 2015 2015 2015 2015 2016 2015 2015 2016 2016 2015 2016 2									
Import. Unidades Part Import Unidades Part Import Unidades Part Import									
Import. Unidades Part. Import. Unidades Part. Import. Unidades Part. LG Electronics 1.712 46% BSH 301 28% Walmart 2.788 60% Zhu Songqing 611 16% LG Electronics 263 25% Carrier 595 13% Whirlpool 432 12% Trotter 106 10% BSH 514 11% Mabe 377 10% Miele 77 7% Volvo 211 5% 21 empresas 588 16% 27 empresas 315 30% 20 empresas 547 12% Total 3.720 100% Total 1.062 100% Total 4.655 100% 8418.2900 8418.2900 901 Part. Import. Unidades Part. Import. Unidades Part. Import. Unidades Part. Import. Unidades		2.800	10070		2.473	100%		3.377	10070
Light Ligh		Unidades	Part	_	Unidades	Dart		Unidades	Dart
Zhu Songqing 611 16% LG Electronics 263 25% Carrier 595 13% Whirlpool 432 12% Trotter 106 10% BSH 514 11% Mabe 377 10% Miele 77 7% Volvo 211 5% 21 empresas 588 16% 27 empresas 315 30% 20 empresas 547 12% Total 3.720 100% Total 1.062 100% Total 4.655 100% 8418.2900 2010 2011 2012 1mport. Unidades Part. 1mport. Unidades Part. 1mport. Unidades Part. 11 Mport. Unidades Part. 1mport. Unidades Part. 1mport. Unidades Part. Import. Unidades Part. Import. Unidades Part. Import. <									
Whirlpool 432 12% Trotter 106 10% BSH 514 11% Mabe 377 10% Miele 77 7% Volvo 211 5% 21 empresas 588 16% 27 empresas 315 30% 20 empresas 547 12% Total 3.720 100% Total 1.062 100% Total 4.655 100% Total 2010 2011 2012									
Mabe 377 10% Miele 77 7% Volvo 211 5% 21 empresas 588 16% 27 empresas 315 30% 20 empresas 547 12% Total 3.720 100% Total 1.062 100% Total 4.655 100% 8418.2900 8418.2900 1 Import. Unidades Part. Import. Unidades Part. Unidades Part. <t< td=""><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></t<>									
21 empresas 588 16% 27 empresas 315 30% 20 empresas 547 12% Total 3.720 100% Total 1.062 100% Total 4.655 100% 8418.2900 2010 2011 2012 Import. Unidades Part. Import. Unidades Part. Import. Unidades Part. Unidades Part.<									
Total 3.720 100% Total 1.062 100% Total 4.655 100%									
8418.2900 2010 Dimport. Unidades Part. Import. Unidades Part. Part. Unidades Part. Part. Unidades Part. Import. Unidades Part.									
2010 Unidades Part. Import. Unidad	Total	3.720	100%			100%	Total	4.655	100%
Import. Unidades Part. Import. Unidades Part. Import. Unidades Part. Cencosud 5.123 53% Sodimac 3.940 34% Sodimac 13.158 64% Sodimac 2.640 27% Cencosud 2.300 20% Cencosud 2.300 11% Gildemeister 800 8% Wizard Trade 1.600 14% Lyon Comercial 1.864 9% Lyon Comercial 409 4% Cristian Tala M. 1.046 9% Ind. Tai Ping 1.534 7% 18 empresas 711 7% 31 empresas 2.566 22% 34 empresas 1.794 9% Total 9.683 100% Total 11.452 100% Total 20.650 100% 2013 2014 2014 2015 Emport. Import. Import. Import. Import. Import. Unidades Part. Import. Unidades Part. Import. <td< th=""><th></th><th></th><th>ı</th><th></th><th>.2900</th><th>ı</th><th></th><th></th><th></th></td<>			ı		.2900	ı			
Cencosud 5.123 53% Sodimac 3.940 34% Sodimac 13.158 64% Sodimac 2.640 27% Cencosud 2.300 20% Cencosud 2.300 11% Gildemeister 800 8% Wizard Trade 1.600 14% Lyon Comercial 1.864 9% Lyon Comercial 409 4% Cristian Tala M. 1.046 9% Ind. Tai Ping 1.534 7% 18 empresas 711 7% 31 empresas 2.566 22% 34 empresas 1.794 9% Total 9.683 100% Total 11.452 100% Total 20.650 100% 2013 2014 2015 2015 2016 2015 2016 2016 2015 2016									
Sodimac 2.640 27% Cencosud 2.300 20% Cencosud 2.300 11% Gildemeister 800 8% Wizard Trade 1.600 14% Lyon Comercial 1.864 9% Lyon Comercial 409 4% Cristian Tala M. 1.046 9% Ind. Tai Ping 1.534 7% 18 empresas 711 7% 31 empresas 2.566 22% 34 empresas 1.794 9% Total 9.683 100% Total 11.452 100% Total 20.650 100% 2013 2014 2015 2015 2016							•		
Gildemeister 800 8% Wizard Trade 1.600 14% Lyon Comercial 1.864 9% Lyon Comercial 409 4% Cristian Tala M. 1.046 9% Ind. Tai Ping 1.534 7% 18 empresas 711 7% 31 empresas 2.566 22% 34 empresas 1.794 9% Total 9.683 100% Total 11.452 100% Total 20.650 100% 2013 2014 2015 2015 20 100% 20% 100% 20% <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>34%</td> <td></td> <td></td> <td></td>						34%			
Lyon Comercial 409 4% Cristian Tala M. 1.046 9% Ind. Tai Ping 1.534 7% 18 empresas 711 7% 31 empresas 2.566 22% 34 empresas 1.794 9% Total 9.683 100% Total 11.452 100% Total 20.650 100% 2013 2014 2015 Emport. Unidades Part. Import. Unidades Part. Import. Unidades Part. Sodimac 5.305 47% Sodimac 11.450 60% Sodimac 3.240 31% Cencosud 2.300 20% Cencosud 2.400 12% Cencosud 2.478 24% Lyon Comercial 1.186 11% Ind. Tai Ping 1.431 7% Lyon Comercial 1.765 17% Ind. Tai Ping 866 8% Hotel Services 1.142 6% Hotel Services	Sodimac	2.640	27%	Cencosud	2.300	20%	Cencosud	2.300	11%
18 empresas 711 7% 31 empresas 2.566 22% 34 empresas 1.794 9% Total 9.683 100% Total 11.452 100% Total 20.650 100% 2013 2014 2015 2015 Unidades Part. Import. Unidades Part. Import. Unidades Part. Sodimac 5.305 47% Sodimac 11.450 60% Sodimac 3.240 31% Cencosud 2.300 20% Cencosud 2.400 12% Cencosud 2.478 24% Lyon Comercial 1.186 11% Ind. Tai Ping 1.431 7% Lyon Comercial 1.765 17% Ind. Tai Ping 866 8% Hotel Services 1.142 6% Hotel Services 1.119 11% 24 empresas 1.566 14% 22 empresas 2.787 15% 23 empresas 1.776 17%	Gildemeister	800	8%	Wizard Trade	1.600	14%	Lyon Comercial	1.864	9%
Total 9.683 100% Total 11.452 100% Total 20.650 100% 2013 2014 2015 2015 2015 Import. Unidades Part. Import. Unidades Part. Import. Unidades Part. Sodimac 5.305 47% Sodimac 11.450 60% Sodimac 3.240 31% Cencosud 2.300 20% Cencosud 2.400 12% Cencosud 2.478 24% Lyon Comercial 1.186 11% Ind. Tai Ping 1.431 7% Lyon Comercial 1.765 17% Ind. Tai Ping 866 8% Hotel Services 1.142 6% Hotel Services 1.119 11% 24 empresas 1.566 14% 22 empresas 2.787 15% 23 empresas 1.776 17%	Lyon Comercial	409	4%	Cristian Tala M.	1.046	9%	Ind. Tai Ping	1.534	7%
2013 Unidades Part. Import. Unidades Part. Import. Unidades Part. Import. Unidades Part. Import. Unidades Part. Sodimac 5.305 47% Sodimac 11.450 60% Sodimac 3.240 31% Cencosud 2.300 20% Cencosud 2.400 12% Cencosud 2.478 24% Lyon Comercial 1.186 11% Ind. Tai Ping 1.431 7% Lyon Comercial 1.765 17% Ind. Tai Ping 866 8% Hotel Services 1.142 6% Hotel Services 1.119 11% 24 empresas 1.566 14% 22 empresas 2.787 15% 23 empresas 1.776 17%	18 empresas	711	7%	31 empresas	2.566	22%	34 empresas	1.794	9%
Import. Unidades Part. Import. Unidades Part. Import. Unidades Part. Sodimac 5.305 47% Sodimac 11.450 60% Sodimac 3.240 31% Cencosud 2.300 20% Cencosud 2.400 12% Cencosud 2.478 24% Lyon Comercial 1.186 11% Ind. Tai Ping 1.431 7% Lyon Comercial 1.765 17% Ind. Tai Ping 866 8% Hotel Services 1.142 6% Hotel Services 1.119 11% 24 empresas 1.566 14% 22 empresas 2.787 15% 23 empresas 1.776 17%	Total	9.683	100%	Total	11.452	100%	Total	20.650	100%
Sodimac 5.305 47% Sodimac 11.450 60% Sodimac 3.240 31% Cencosud 2.300 20% Cencosud 2.400 12% Cencosud 2.478 24% Lyon Comercial 1.186 11% Ind. Tai Ping 1.431 7% Lyon Comercial 1.765 17% Ind. Tai Ping 866 8% Hotel Services 1.142 6% Hotel Services 1.119 11% 24 empresas 1.566 14% 22 empresas 2.787 15% 23 empresas 1.776 17%	2013			2014			2015		
Sodimac 5.305 47% Sodimac 11.450 60% Sodimac 3.240 31% Cencosud 2.300 20% Cencosud 2.400 12% Cencosud 2.478 24% Lyon Comercial 1.186 11% Ind. Tai Ping 1.431 7% Lyon Comercial 1.765 17% Ind. Tai Ping 866 8% Hotel Services 1.142 6% Hotel Services 1.119 11% 24 empresas 1.566 14% 22 empresas 2.787 15% 23 empresas 1.776 17%	Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.
Cencosud 2.300 20% Cencosud 2.400 12% Cencosud 2.478 24% Lyon Comercial 1.186 11% Ind. Tai Ping 1.431 7% Lyon Comercial 1.765 17% Ind. Tai Ping 866 8% Hotel Services 1.142 6% Hotel Services 1.119 11% 24 empresas 1.566 14% 22 empresas 2.787 15% 23 empresas 1.776 17%			47%	•		60%			31%
Lyon Comercial 1.186 11% Ind. Tai Ping 1.431 7% Lyon Comercial 1.765 17% Ind. Tai Ping 866 8% Hotel Services 1.142 6% Hotel Services 1.119 11% 24 empresas 1.566 14% 22 empresas 2.787 15% 23 empresas 1.776 17%					2.400				
Ind. Tai Ping 866 8% Hotel Services 1.142 6% Hotel Services 1.119 11% 24 empresas 1.566 14% 22 empresas 2.787 15% 23 empresas 1.776 17%									
24 empresas 1.566 14% 22 empresas 2.787 15% 23 empresas 1.776 17%				_			•		





Se observa que en el último año (2015) se importó un total de 408.471 unidades de refrigeración doméstica, de las cuales las empresas Dec Chile, Samsung, CTI (Electrolux), LG Electronics y Comercial Mabe representan el 78% de dichas importaciones. Según la información recopilada de entrevistas y lo observado en las fichas técnicas de los equipos, el HFC utilizado en los refrigeradores domésticos es el HFC-134a.

Según la metodología descrita en la sección 4.2.1.1. (Estimación de refrigerante contenido en equipos de refrigeración), donde se estima la cantidad de refrigerante HFC cargada en equipos de refrigeración importados a partir de información recopilada en fichas técnicas de dichos equipos, se presenta en la Figura 3-2 la cantidad estimada de HFC-134a contenida en los equipos importados de refrigeración doméstica entre los años 2010 y 2015. Cabe destacar que no sólo se utiliza HFC-134a en la refrigeración doméstica, sino que existen otras alternativas de refrigerante, como el R-600, pero el presente estudio sólo se enfoca en los usos de HFC.

140.000 6.670 120.000 8.950 22.337 100.000 kg de HFC-134a 28.923 80.000 60.000 26.049 40.000 26.264 20.000 2010 2011 2012 2013 2014 2015

Figura 3-2 HFC-134a contenido en equipos de refrigeración doméstica importados, periodo 2010-2015 [kg de HFC]

Fuente: Elaboración propia a partir de estimaciones realizadas a partir de fichas técnicas

En las tablas Tabla 3-9 y Tabla 3-10 se presentan los importadores con mayor participación en las importaciones de equipos de refrigeración comercial, tales como congeladores horizontales y verticales, vitrinas y mostradores entre otros, correspondientes a las partidas arancelarias 8418.1090, 8418.3000, 8418.4000 y 8418.5000.





Tabla 3-9: Principales importadores de equipos de refrigeración comercial, periodo 2010-2015, en unidades importadas, de los códigos arancelarios 8418.1090 y 8418.3000

		•	8418	3.1090		•				
2	010		2011			20	2012			
Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.		
Whirlpool	936	70%	Whirlpool	302	34%	Kitchen Center	102	32%		
Carlos Sepúlv.	111	8%	Kitchen Center	243	27%	Maigas	79	25%		
Miele	68	5%	Maigas	97	11%	Carlos Sepúlv.	72	22%		
LG Electronics	67	5%	Carlos Sepúlv.	90	10%	Miele	28	9%		
8 empresas	148	11%	10 empresas	168	19%	6 empresas	41	13%		
Total	1.330	100%	Total	900	100%	Total	322	100%		
2	013		20)14		20	015			
Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.		
Maigas	172	29%	Miele	47	24%	Imega	945	86%		
Imega	159	27%	Lancer Chile	41	21%	Miele	60	5%		
LG Electronics	120	20%	Cem. Polpaico	35	18%	Lancer Chile	40	4%		
Comex	48	8%	Imega	25	13%	Oppici	34	3%		
11 empresas	101	17%	5 empresas	50	25%	10 empresas	21	2%		
Total	600	100%	Total	198	100%	Total	1.100	100%		
			8418	3.3000						
20	010		20	011		2012				
Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.		
CTI S.A.	13.672	28%	CTI S.A.	10.905	19%	CTI S.A.	15.714	18%		
Mabe	8.094	17%	Comex	10.261	18%	Electrolux	13.730	16%		
Electrolux	7.599	16%	Electrolux	9.728	17%	CTI SA	11.794	14%		
Maigas	5.356	11%	Mabe	5.572	10%	Maigas	9.738	11%		
Comex	4.394	9%	Maigas	4.992	9%	Mabe	8.817	10%		
45 empresas	8.984	19%	59 empresas	15.390	27%	63 empresas	27.532	32%		
Total	48.099	100%	Total	56.848	100%	Total	87.325	100%		
2	013		20)14		20	015			
Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.		
CTI S.A.	38.967	37%	CTI S.A.	47.820	39%	CTI S.A.	52.355	40%		
Electrolux	13.846	13%	Electrolux	22.050	18%	Electrolux	15.789	12%		
Maigas	11.081	11%	Mabe	8.335	7%	Maigas	12.738	10%		
Comex	8.142	8%	Dec Chile	8.173	7%	Imega	9.340	7%		
Dec Chile	7.560	7%	Sindelen	6.318	5%	Sindelen	8.390	6%		
62 empresas	25.328	24%	54 empresas	30.274	25%	55 empresas	31.515	24%		
Total	104.924	100%	Total	122.970	100%	Total	130.127	100%		





Tabla 3-10: Principales importadores de equipos de refrigeración comercial, periodo 2010-2015, en unidades importadas, de los códigos arancelarios 8418.4000 y 8418.5000

	8418.4000								
20:	10		201			2012			
Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	
Whirlpool	3.745	23%	Electrolux	3.773	20%	Electrolux	12.538	33%	
Electrolux	3.023	19%	CTI S.A.	3.771	20%	CTI S.A.	6.440	17%	
Bozzo S.A.	2.602	16%	Bozzo S.A.	2.554	14%	CTI S.A.	6.174	16%	
Sindelen	1.468	9%	Whirlpool	2.422	13%	Bozzo S.A.	3.172	8%	
Comex	1.194	7%	Ing. Del Frío	1.860	10%	Sindelen	2.702	7%	
55 empresas	4.016	25%	51 empresas	4.273	23%	50 empresas	6.908	18%	
Total	16.048	100%	Total	18.653	100%	Total	37.934	100%	
20:		20070	201		10070	20		100/0	
Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	
Electrolux	21.955	40%	CTI S.A.	21.585	48%	CTI S.A.	16.334	36%	
CTI S.A.	19.599	36%	Electrolux	8.815	20%	Electrolux	8.581	19%	
Bozzo S.A.	3.716	7%	Bozzo S.A.	5.281	12%	Bozzo S.A.	4.306	9%	
Dec Chile	2.770	5%	Dec Chile	2.562	6%	Dec Chile	3.955	9%	
Sindelen	1.238	2%	Sindelen	1.663	4%	Imega	3.360	7%	
57 empresas	5.119	9%	70 empresas	5.260	12%	70 empresas	9.047	20%	
Total	54.397	100%	Total	45.166	100%	Total	45.583	100%	
	<u> </u>		8418.5	5000					
20	10		201	.1	2012				
Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	
Imega	4.515	12%	Emb. Andina	4.836	15%	Arirang Alim.	13.966	17%	
Emb. Coca Cola	4.263	11%	Comex	3.949	13%	Imega	12.066	15%	
Bozzo S.A.	3.447	9%	Emb. Coca Cola	3.203	10%	Maigas	8.203	10%	
Emb. Andina	3.406	9%	Imp. Mag	2.305	7%	Electrolux	7.470	9%	
C.Cola Embonor	2.990	8%	Unilever	1.891	6%	Climo Chile	5.404	7%	
122 empresas	20.366	52%	122 empresas	15.245	48%	158 empresas	33.474	41%	
Total	38.987	100%	Total	31.429	100%	Total	80.583	100%	
20	13		201	4		20	15		
Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	
Mabe	11.789	15%	Imega	8.493	15%	Mimet S.A.	35.510	36%	
Imega	11.275	14%	Cool. Technology	7.341	13%	Maigas	14.099	14%	
Maigas	10.300	13%	Bozzo S.A.	6.911	12%	Bozzo S.A.	6.952	7%	
Imahe S.A.	5.401	7%	Maigas	4.080	7%	Imega	5.735	6%	
Emb. Andina	4.366	6%	Electrolux	3.569	6%	C.Cola Embonor	5.657	6%	
158 empresas	35.788	45%	181 empresas	28.210	48%	169 empresas	29.403	30%	
Total	78.919	100%	Total	58.604	100%	Total	97.356	100%	

Se observa que en el último año (2015) se importó un total de 274.166 unidades de refrigeración comercial, de las cuales las empresas CTI (Electrolux), Mimet S.A., Maigas, Imega Ventus y Bozzo representan el 68% de dichas importaciones. Según información proporcionada





por agentes del mercado y por lo observado en fichas técnicas de los equipos, los refrigerantes HFC utilizados en los equipos de refrigeración comercial son el HFC-134a y R-404A.

Según la metodología descrita en la sección 4.2.1.1. (Estimación de refrigerante contenido en equipos de refrigeración), donde se estima la cantidad de refrigerante HFC cargada en equipos de refrigeración importados a partir de información recopilada de fichas técnicas de dichos equipos, se presenta en la Figura 3-3 la cantidad estimada de HFC contenida en los equipos importados de refrigeración comercial entre los años 2010 y 2015.

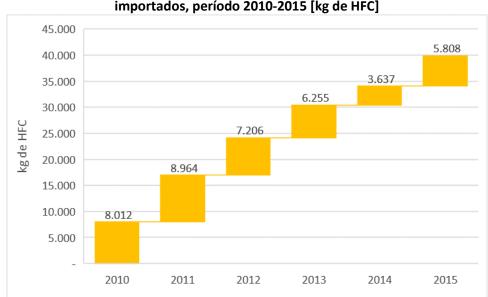


Figura 3-3 Sustancias (R-404A y HFC-134a) contenidas en equipos de refrigeración comercial importados, período 2010-2015 [kg de HFC]

Fuente: Elaboración propia a partir de estimaciones realizadas a partir de fichas técnicas

La cantidad de HFC contenida en importaciones de equipos de refrigeración comercial presentados en la Figura 3-3 se compone principalmente de R-404A (más del 95% cada año de importación) y una fracción mínima de HFC-134a.

3.1.2.2 Aire Acondicionado

En las tablas Tabla 3-11 y Tabla 3-12 se presentan las empresas con mayor participación en las importaciones de equipos de aire acondicionado fijo de las partidas arancelarias 8415.1000, 8415.8100 y 8415.8200. No se incluyen las importaciones de la partida arancelaria 8415.2000 (AA móvil), ya que estos equipos no contienen HFC al ser importados y deben ser cargados localmente.





Tabla 3-11: Principales importadores de equipos de AA fijo, periodo 2010-2015, en unidades importadas, del código arancelario 8415.1000

			8415.	1000					
201	0		2011			2012			
Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	
Carrier	11.055	17%	Carrier	17.101	24%	Electrolux	16.430	19%	
Electrolux	7.672	12%	Electrolux	12.735	18%	Carrier	13.213	15%	
Imp. South Pacific	7.453	12%	Imp. NVL	7.452	11%	Cosmoplas	9.512	11%	
Imp. NVL	5.622	9%	Cosmoplas	5.202	7%	Imp. NVL	8.574	10%	
LG Electronics	4.665	7%	Mellafe y Salas	5.056	7%	Anwo	7.278	8%	
50 empresas	27.411	43%	69 empresas	22.671	32%	72 empresas	33.765	38%	
Total	63.878	100%	Total	70.217	100%	Total	88.772	100%	
201	3		2014			2015			
Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	
Carrier	21.976	25%	Carrier	29.122	33%	Carrier	23.769	28%	
Electrolux	18.261	21%	Cosmoplas	15.729	18%	Cosmoplas	16.731	20%	
Imp. NVL	12.401	14%	Electrolux	7.821	9%	Imp. NVL	7.937	9%	
Cosmoplas	7.153	8%	Mar del Sur	5.914	7%	Electrolux	6.524	8%	
Anwo	3.992	5%	Anwo	5.801	7%	Com. Shoot	4.776	6%	
77 empresas	24.643	28%	76 empresas	24.178	27%	88 empresas	25.104	30%	
Total	88.426	100%	Total	88.565	100%	Total	84.841	100%	

Fuente: Elaboración propia en base a información del Servicio Nacional de Aduanas





Tabla 3-12: Principales importadores de equipos de AA fijo, periodo 2010-2015, en unidades importadas, de los códigos arancelarios 8415.8100 y 8415.8200

			s, de los codigos arar 8415	.8100					
20:	10		2011			2012			
Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	
Anwo	10.112	49%	Anwo	16.652	57%	Anwo	24.671	73%	
Represent. y Serv.	4.841	23%	Represent. y Serv.	5.759	20%	LG Electronics	4.017	12%	
LG Electronics	2.193	11%	LG Electronics	4.927	17%	Represent. y Serv.	1.795	5%	
Trane	1.275	6%	Trane	1.372	5%	Carrier	1.477	4%	
Cosmoplas	1.222	6%	Carrier	201	1%	Trane	524	2%	
24 empresas	1.183	6%	29 empresas	459	2%	30 empresas	1.513	4%	
Total	20.826	100%	Total	29.370	100%	Total	33.997	100%	
20:	13		2014			2015			
Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	
Anwo	16.060	60%	Anwo	24.153	58%	Anwo	24.163	57%	
Carrier	4.375	16%	Electrolux	6.078	15%	Carrier	5.929	14%	
LG Electronics	2.713	10%	Carrier	3.650	9%	Electrolux	5.065	12%	
Trane	1.199	5%	Trane	2.470	6%	Daikin	2.964	7%	
Ursus Trotter	1.110	4%	Cosmoplas	1.430	3%	Dec Chile	1.374	3%	
22 empresas	1.143	4%	26 empresas	4.104	10%	23 empresas	3.018	7%	
Total	26.600	100%	Total	41.885	100%	Total	42.513	100%	
			8415	.8200					
20:	10	ı	2011			2012			
Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	
Sodimac	5.432	26%	Sodimac	5.432	21%	Trane	7.574	17%	
Imp. NVL	2.049	10%	Trane	4.547	18%	Implementos S.A.	7.083	16%	
Mar del Sur	1.927	9%	Mar del Sur	3.696	14%	Sodimac	6.220	14%	
Mimet S.A.	1.380	7%	Imp. NVL	1.592	6%	Carrier	2.271	5%	
Imp. South Pacific	1.221	6%	Carrier	1.361	5%	Mar del Sur	1.766	4%	
92 empresas	9.128	43%	97 empresas	8.893	35%		19.757	44%	
Total	21.137	100%	Total	25.521	100%	Total	44.671	100%	
20:	13	ı	2014	·	1	2015	T		
Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	Import.	Unidades	Part.	
Trane	8.145	20%	Easy S.A.	6.574	18%	Sodimac	8.100	25%	
Sodimac	7.121	18%	Acetogen	3.661	10%	Carrier	4.061	12%	
Cencosud	3.520	9%	Carrier	3.553	10%	Easy S.A.	2.835	9%	
Komatsu	2.570	6%	Electrolux	3.025	8%	Com. Beca	1.905	6%	
Carrier	2.028	5%	Mar del Sur	3.019	8%	Rexam Chile	1.846	6%	
137 empresas	16.651	42%	132 empresas	17.414	47%	122 empresas	14.257	43%	
Total	40.035	100%	Total	37.246	100%	Total	33.004	100%	

Fuente: Elaboración propia en base a información del Servicio Nacional de Aduanas





Se observa que en el último año (2015) se importó un total de 160.358 unidades de aire acondicionado fijo, de las cuales las empresas Carrier, Anwo, Cosmoplas, Electrolux, Sodimac e Importadora NVL representan el 64% de dichas importaciones. Según la información proporcionada por los agentes del mercado y de información detectada en fichas de los equipos importados se puede decir que los HFC utilizados en los equipos de aire acondicionado fijo son el HFC-134a, el R-410A y R-407C.

Según la metodología descrita en la sección 4.2.2.3. (Estimación de refrigerantes en AA), donde se estima la cantidad de refrigerante HFC cargado en equipos de aire acondicionado fijo importados a partir de información recopilada de fichas técnicas de dichos equipos, se presenta en la Tabla 3-13 la cantidad estimada de HFC contenida en los equipos importados de AA fijo entre los años 2010 y 2015.

Tabla 3-13 HFC contenido en equipos de AA fijo importados, periodo 2010-2015 [kg de HFC]

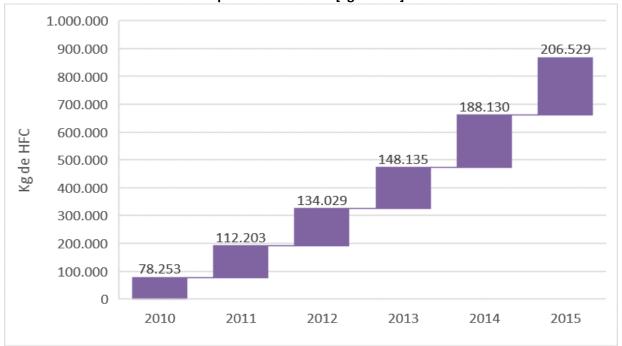
Año	HFC-134a	R-410A	R-407C	Total HFC
2010	5.613	65.374	7.266	78.253
2011	7.403	95.377	9.423	112.203
2012	6.489	119.281	8.259	134.029
2013	7.059	132.092	8.984	148.135
2014	6.552	173.240	8.338	188.130
2015	6.731	191.230	8.568	206.529

Fuente: Elaboración propia a partir de estimaciones realizadas a partir de fichas técnicas





Figura 3-4 Sustancias (R-410A, R-407C y HFC-134a) contenidas en equipos de AA fijo importados, periodo 2010-2015 [kg de HFC]



Fuente: Elaboración propia a partir de estimaciones realizadas a partir de fichas técnicas

Los equipos de AA móvil para para ser instalados en vehículos no vienen con carga de refrigerante, no así los sistemas de aire acondicionado incorporados en los vehículos que se importan a Chile, los cuales sí vienen cargados. De acuerdo a la información recabada por (BEHR SERVICE, 2016), todos los vehículos fabricados en dicho periodo de tiempo utilizan HFC-134a como refrigerante para sus equipos de AA.

Se revisaron las importaciones de vehículos a través del Servicio Nacional de Aduanas en busca de información que permitiera estimar la cantidad de HFC contenido en sus sistemas de AA, sin embargo, la información presentada no permitió siquiera identificar si los vehículos contaban o no con AA. Luego, se solicitó información a la ANAC (Asociación Nacional Automotriz de Chile) respecto de la cantidad de vehículos vendidos por año que cuentan con AA incorporado, la cual se presenta en la Tabla 3-14.

Tabla 3-14 vehículos vendidos en Chile con AA incorporado, periodo 2010-2015 [nº vehículos]

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Vehículos vendidos con AA	187.090	237.148	248.594	283.951	257.794	234.066

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por la ANAC

El desarrollo de la estimación de la cantidad de HFC-134a se encuentra en la sección 4.2.2.3 (Estimación de refrigerantes en AA) del presente informe. Con el fin de poder estimar la cantidad de refrigerante que ingresa anualmente en vehículos con AA incorporado se realiza el





supuesto que todos los vehículos vendidos son igual a los vehículos importados cada año, se tiene en la Figura 3-5 la estimación de la cantidad de HFC-134a contenida en AA de vehículos importados entre los años 2010 y 2015.

1.000.000 143.095 900.000 800.000 157.601 700.000 kg de HFC-134a 173.592 600.000 500.000 152.406 400.000 300.000 145.723 200.000 115.929 100.000 0 2010 2011 2012 2013 2014 2015

Figura 3-5 HFC-134a contenido en AA móvil de vehículos vendidos, periodo 2010-2015 [kg de HFC]

Fuente: Estimación en base a información proporcionada por la ANAC y (BEHR SERVICE, 2016)

3.1.2.3 Aerosoles

En la Tabla 3-15 se presentan los mayores importadores de inhaladores de dosis medida (broncodilatadores) que contienen HFC en kilogramos de producto, entre los años 2010 y 2015. Las cantidades presentadas son los kilogramos netos de inhaladores, incluyendo el gas, el cilindro que lo contiene y el dosificador plástico.

De acuerdo al análisis presentado en la sección 4.2.4.1 (Importaciones y Exportaciones de equipos/productos que contienen HFC, Aerosoles, Médicos) el peso unitario promedio de los medicamentos estaría en el rango [40-52] gramos con una moda de 48 gramos por medicamento, incluyendo el contenedor. Por otra parte, se estima que el contenido de propelente por medicamento está en el rango [1-10] gramos con una moda de 3,5 gramos. En la Tabla 3-16 se muestra la estimación de la cantidad de HFC en aerosoles médicos importados, según metodología descrita en la sección 4.2.4.1.





Tabla 3-15 Principales importadores de inhaladores de dosis medida que contienen HF, periodo 2010-2015, en kg de productos importados de la partida arancelaria 30.04

			30).04					
20	010		20	011		2012			
Importador	kg de producto	Part.	Importador	kg de producto	Part.	Importador	kg de producto	Part.	
Etex Farm	168.867	59%	Lab. D&M Pharma	84.040	37%	Lab. D&M Pharma	203.951	72%	
Lab. Recalcine	56.436	20%	Lab. Recalcine	46.700	21%	Boehringer Ingelheim	24.185	9%	
Lab. D&M Pharma	28.371	10%	Etex Farm	23.634	10%	Etex Farm	20.965	7%	
Boehringer Ingelheim	11.955	4%	Glaxosmithkline	22.269	10%	Glaxosmithkline	18.910	7%	
8 empresas	22.300	8%	6 empresas	49.410	22%	6 empresas	14.732	5%	
Total	287.930	100%	Total	226.053	100%	Total	282.744	100%	
20	013		20	014		2015			
Importador	kg de producto	Part.	Importador	kg de producto	Part.	Importador	kg de producto	Part.	
Etex Farm	168.368	50%	Etex Farm	163.401	52%	Etex Farm	46.516	28%	
Lab. D&M Pharma	85.888	26%	Lab. D&M Pharma	77.802	25%	Lab. D&M Pharma	34.282	21%	
Lab. Recalcine	23.092	7%	Boehringer Ingelheim	22.641	7%	Lab. Recalcine	28.745	17%	
Boehringer Ingelheim	22.986	7%	Lab. Recalcine	20.977	7%	Boehringer Ingelheim	28.244	17%	
9 empresas	35.495	11%	7 empresas	29.327	9%	7 empresas	26.763	16%	
Total	335.828	100%	Total	314.147	100%	Total	164.551	100%	

Fuente: Elaboración propia en base a información del Servicio Nacional de Aduanas

Se observa que el año 2015 se importó un total de 164.551 kg netos de aerosoles médicos (broncodilatadores) de los cuales el 84% se ve representado por los importadores Etex Farmacéutica, Laboratorio D&M Pharma, Laboratorio Recalcine y Laboratorio Boehringer Ingelheim, estos mismos importadores son los de mayor participación en los años anteriores presentados.

De acuerdo a la información farmacológica de cada uno de los broncodilatadores identificados, sólo uno de ellos utiliza HFC-227ea como propelente, mientras los restantes utilizan HFC-134a.

Tabla 3-16 HFC contenido en inhaladores de dosis medida importados, periodo 2010-2015 [kg de HFC]

HFC	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HFC-134a	27.470	21.580	26.961	31.190	29.300	15.514
HFC-227ea	58	32	71	918	735	218
Total HFC	27.528	21.612	27.032	32.108	30.035	15.732

Fuente: Elaboración propia a partir de estimaciones realizadas en la sección 4.2.4.1 del informe





180.000 160.000 15.732 30.035 140.000 120.000 32.108 kg de HFC 100.000 27.032 80.000 60.000 21.612 40.000 27.528 20.000 0 2010 2011 2012 2013 2014 2015

Figura 3-6 HFC contenido en inhaladores de dosis medida importados, periodo 2010-2015 [kg de HFC]

Fuente: Elaboración propia a partir de estimaciones realizadas en la sección 4.2.4.1 del informe

En relación a aerosoles del tipo no-médicos, al año 2016 no se tiene un código arancelario específico en el Arancel Aduanero que permita determinar la cantidad de aerosoles que ingresan al país, sin embargo, por información de la Cámara Chilena del Aerosol (CCA), se tiene que al año 2012 se importaron 48,2 millones de unidades 12.

Según antecedentes recopilados en el Informe Encuesta sobre Alternativas a las SAO (HFC y otras) (Unidad Ozono & ONUDI, 2017), el consumo (unidades de productos colocados en el mercado nacional para su comercialización) de aerosoles en Chile está compuesto por tres segmentos:

- Producción de empresas asociadas a la CCA (Producción CCA): Productos en aerosol llenados por seis de las empresas asociadas a la CCA para usos tales como higiene personal y/o cosmética, cuidado del hogar, aseo industrial y otros (médicos, veterinarios, farmacéuticos, etc.).
- Producción de empresas de pinturas no asociadas a la CCA (Producción No-CCA): Es un grupo importante de empresas del sector que no se encuentran asociadas a la CCA, corresponden a tres empresas que fabrican pinturas en aerosol.
- Importación de aerosoles: cantidad de productos que ingresan al país como producto terminado (incluye sólo países FLADA).

¹² http://aerosollarevista.com/2015/01/aerosoles-de-chile-y-otros-paises/ (Acceso: 26-04-2017)





En la Tabla 3-17 se presenta una estimación de las unidades de aerosoles no médicos producidas e importadas en Chile.

Tabla 3-17 Producción e importación de aerosoles en Chile entre los años 2012 y 2015

Año	Producción CCA (unidades)	Producción No-CCA (Pinturas) (unidades)	Importación (unidades)*	Consumo estimado (unidades)
2012	21.434.336	5.200.000	48.200.000	74.834.336
2013	19.218.999	4.655.534	50.000.000	73.874.533
2014	20.180.349	4.888.407	50.000.000	75.068.756
2015	20.170.652	4.886.059	50.000.000	75.056.711

Fuente: Informe Encuesta sobre Alternativas a las SAO (HFC y otras) (Unidad Ozono & ONUDI, 2017) *Las importaciones consideran aerosoles provenientes de los países asociados a la Federación Latinoamericana del Aerosol (FLADA), que son Argentina, Brasil, México y Venezuela.

Ya que no existe una partida específica para identificar y cuantificar la importación de aerosoles, ni tampoco hay importaciones de aerosoles en las partidas de HFC a granel (29.03 y 38.24), no es posible identificar a los importadores de esta aplicación ni el contenido de HFC de dichos productos.

3.1.2.4 Solventes

Los importadores de solventes que contienen HFC de la partida arancelaria 38.14 (solventes), se muestran en la Tabla 3-18.

Tabla 3-18 Principales importadores de solventes que contienen HFC (2010-2015) en kg de productos importados de la partida arancelaria 38.14

				38.14					
	2010			2011	2012				
Importador	kg de producto	Part.	Importador	kg de producto	Part.	Importador	kg de producto	Part.	
Printec S.A.	3.563	100,0%	Printec S.A.	3.073	91,1%	Printec S.A.	4.382	59,7%	
-	-	-	Tecnimac	271	8,0%	Imp. La Estrella	2.954	40,3%	
-	-	-	Imp. La Estrella	30	0,9%	-	-	-	
Total	3.563	100%	Total	3.374	100%	Total	7.336	100%	
	2013			2014		2015			
Importador	kg de producto	Part.	Importador	kg de producto	Part.	Importador	kg de producto	Part.	
Printec S.A.	7.784	61,7%	Printec S.A.	7.031	50,5%	Imp. La Estrella	11.008	56,7%	
Imp. La Estrella	4.667	37,0%	Imp. La Estrella	6.826	49,1%	Printec S.A.	8.202	42,2%	
2 empresas	164	1,3%	2 empresas	55	0,4%	2 empresas	221	1,1%	
Total	12.616	100%	Total	13.912	100%	Total	19.431	100%	

Fuente: Elaboración propia en base a información del Servicio Nacional de Aduanas





Además de las importaciones de solventes con HFC contenidos en la partida arancelaria 38.14 (solventes), hay algunos solventes importados a través de las partidas arancelarias 29.03 (sustancias puras) y 38.24 (mezclas) que se presentan en la Tabla 3-19.

Tabla 3-19 Principales importadores de solventes que contienen HFC (2010-2015) en kg de productos importados de la partidas arancelarias 29.03 y 28.24

				29.03					
	2010		2011			2012			
Importador	kg de prod	Part.	Importador	kg de prod	Part.	Importador	kg de prod	Part.	
Imp. La Estrella	7.210	62,8%	Imp. La Estrella	5.199	74,4%	Imp. La Estrella	7.140	82,3%	
Audio Plus	1.802	15,7%	Audio Plus	1.529	21,9%	Audio Plus	976	11,3%	
3 empresas	2.466	21,5%	Tecnimac	257	3,7%	Printec S.A.	559	6,4%	
Total	11.478	100%	Total	6.985	100%	Total	8.676	100%	
	2013			2014			2015		
Importador	kg de prod	Part.	Importador	kg de prod	Part.	Importador	kg de prod	Part.	
Imp. La Estrella	6.602	64,4%	Audio Plus	1.680	53,0%	Audio Plus	4.760	79,1%	
Audio Plus	3.651	35,6%	Imp. La Estrella	1.191	37,5%	Imp. La Estrella	1.261	20,9%	
-	-	-	F.H. Engel	302	9,5%	-	-	-	
Total	10.253	100%	Total	3.173	100%	Total	6.021	100%	
				38.24					
	2010			2011			2012		
Importador	kg de prod	Part.	Importador	kg de prod	Part.	Importador	kg de prod	Part.	
Artilec Ltda	61	100,0%	Artilec Ltda	114	100,0%	Artilec Ltda	105	100,0%	
2013				2014			2015		
Importador	kg de prod	Part.	Importador	kg de prod	Part.	Importador	kg de prod	Part.	
Artilec Ltda	182	100,0%	Ventec Ltda	71	100,0%	-	-	-	

Fuente: Elaboración propia en base a información del Servicio Nacional de Aduanas

Se observa que el año 2015 se importó un total de 25.452 kg de solventes que contienen HFC, total del cual el 80% fue importado por Importadora La Estrella y Printec S.A.

En la Tabla 3-20 se muestran los solventes importados en el periodo 2010 – 2015 con su respectiva composición y el total de HFC contenido en ellos. En la Figura 3-7 se muestra el contenido total de HFC en solventes importados en el periodo 2010 – 2015.





Tabla 3-20 Contenido de HFC de los solventes importados, periodo 2010-2015 [kg de HFC]

Solvente	Composición	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HFC-134a	100% HFC-134a	4.368	2.499	3.986	2.747	2.048	3.368
HFC-152a	100% HFC-152a	3.182	1.529	976	3.651	1.680	4.760
LPS-416	45% HFC-134a	1.784	1.281	2.796	3.917	2.735	4.005
	55% Otros HC	2.180	1.566	3.417	4.788	3.342	4.895
Chesterton 296	45% HFC-134a	849	1.620	1.963	772	1.210	2.092
	25% HFC-245fa	471	900	1.091	429	672	1.162
	25% HFC-365mfc	471	900	1.091	429	672	1.162
	5% Otros HC	94	180	218	86	134	232
Chesterton 279	30% HFC-134a	511	0	174	1.870	1.308	1.132
	70% Otros HC	1.191	0	405	4.363	3.052	2.642
Total H	HFC-134a	7.511	5.400	8.919	9.306	7.300	10.598
Total H	HFC-152a	3.182	1.529	976	3.651	1.680	4.760
Total H	IFC-245fa	471	900	1.091	429	672	1.162
Total HI	-C-365mfc	471	900	1.091	429	672	1.162
Tota	al HFC	11.636	8.729	12.076	13.814	10.325	17.682

Fuente: Elaboración propia en base a las Safety Data Sheet de los solventes descritos

80.000 17.682 70.000 60.000 10.325 50.000 13.814 kg de HFC 40.000 12.076 30.000 8.729 20.000 11.636 10.000 0 2010 2011 2012 2013 2014 2015

Figura 3-7 HFC contenido en solventes que contienen HFC importados, periodo 2010-2015 [kg de HFC]

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el Servicio Nacional de Aduanas y Safety Data Sheet de los solventes importados





3.1.2.5 Extinción de Fuego

Los importadores de productos para extinción de fuego de la partida arancelaria 38.13 (extintores) se enlistan en la Tabla 3-21.

Tabla 3-21 Principales importadores de productos para la extinción de fuego que contienen HFC, periodo 2010-2015 en kg de productos importados, de la partida arancelaria 38.13

·	38.13												
	2010		20)11	2012								
Importador	kg de producto	Part.	Importador	kg de producto	Importador	kg de producto	Part.						
Mario Toscani	1.500	100%	Bucyrus	158	50%	Fitflow	42	100%					
-	_	-	Emp. Nac. Electricidad	155	50%	-	-	-					
Total	1.500	100%	Total	313	100%	Total	42	100%					
	2013		20)14	2015								
Importador	kg de producto	Part.	Importador	kg de producto	Part.	Importador	kg de producto	Part.					
Fitflow	115	100%	Sipca Ltda	222	69%	True Digital	2.675	79%					
-	-	1	3 empresas	102	31%	3 empresas	694	21%					
Total	115	100%	Total	324	100%	Total	3.369	100%					

Fuente: Elaboración propia en base a información del Servicio Nacional de Aduanas

Las empresas mencionadas importaron productos que contienen HFC-227ea, aunque también existe una operación de importación de producto que contiene HFC-125 (500 kg netos), realizada el año 2010 por la empresa Mario Toscanni e Hijos Ltda.

Se debe tener en consideración que las mayores importaciones de HFC para extinción de fuego están en la partida 29.03 (sustancias puras). En la Tabla 3-22 están las importaciones de productos para la extinción de fuego que contienen HFC en la partida 29.03, los HFC contenidos en dichos productos son principalmente el HFC-227ea, además de cantidades menores de HFC-125, HFC-23 y HFC-236fa, estas importaciones (entre los años 2010 – 2015) se presentan en la Tabla 3-22.





Tabla 3-22 Principales importadores de productos para la extinción de fuego que contienen HFC, periodo 2010-2015 en kg de productos importados, de la partida 29.03

	29.03												
	2010			2011		2012							
Importador	kg de producto	Part.	Importador	kg de producto	Part.	Importador	kg de producto	Part.					
Westfire	11.576	50%	Westfire	35.674	71%	Westfire	33.777	73%					
Segmatic	6.391	28%	Prosegur	5.640	11%	Prosegur	8.042	17%					
Nelson Gomez P.	2.392	10%	Fitflow	4.318	9%	Fitflow	3.059	7%					
6 empresas	2.778	12%	7 empresas	4.298	9%	4 empresas	1.090	2%					
Total	23.137	100%	Total	49.931	100%	Total	45.967	100%					
	2013			2014		2015							
Importador	kg de producto	Part.	Importador	kg de producto	Part.	Importador	kg de producto	Part.					
Westfire	14.726	70%	Westfire	17.967	52%	Westfire	20.367	53%					
Prosegur	3.163	15%	Fitflow	6.283	18%	Detection and Supp.	4.715	12%					
Imp. Bash	1.446	7%	Prosegur	5.107	15%	Fitflow	4.000	10%					
7 empresas	1.765	8%	11 empresas	5.131	15%	14 empresas	9.572	25%					
Total	21.100	100%	Total	34.488	100%	Total	38.655	100%					

Fuente: Elaboración propia en base a información del Servicio Nacional de Aduanas

Considerando todos los productos para extinción de fuego que se importan a través de las partidas arancelarias 29.03 y 38.13, es posible observar que el año 2015 se importó un total de 42.024 kg de productos, siendo el 60% importado por las empresas Westfire Sudamerica y Detection and Suppression.

En la Tabla 3-23 se presenta el contenido de HFC por sustancia y total en los productos para extinción de fuego importados.

Tabla 3-23 Contenido en productos para extinción de fuego importados, periodo 2010-2015 [kg de HFC]

''' Cj						
Sustancia	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HFC-227ea	22.269	46.970	43.860	20.115	30.371	35.880
HFC-125	2.367	3.273	2.149	1.100	4.414	6.045
HFC-23	0	0	0	25	0	99
HFC-236fa	0	0	0	0	27	0
Total HFC	24.637	50.243	46.009	21.240	34.812	42.024

Fuente: Elaboración propia en base a información del Servicio Nacional de Aduanas

Se asume que se rellenan los equipos en la medida que son utilizados, implicando que parte del consumo está dirigido a la recarga.





3.1.2.6 Distribución de la cantidad de refrigerante contenida en equipos de RAA importados

En la Figura 3-8 se presenta cómo se distribuye el HFC contenido en equipos de RAA el año 2015. Los datos presentados corresponden a los evaluados en los importadores identificados y los códigos arancelarios específicos que se mencionaron y pretenden mostrar la tendencia de la distribución del HFC en los distintos usos que se dan.

100% 90% AA Móvil; 36.1% 80% 70% 60% Total Contenido en Aire Acondicionado; 50% equipos importados 88.3% (2015); 100% 40% 30% 20% 10% Comercial; 1.5% Refrigeracion; 3.2% 0% Doméstica; 1.7% Total Aplicación Sub-aplicación

Figura 3-8 Distribución del HFC contenido en equipos de RAA importados año 2015 [en base a kg de HFC]

Fuente: Elaboración propia a partir de la información estimada

Se observa que el 88,3% del total de HFC que ingresó en equipos RAA el 2015 corresponde a equipos de AA, mientras que el 3,2% a equipos de refrigeración doméstica y comercial, esto se debe a que, en el caso del aire acondicionado fijo, éste utiliza cargas mucho mayores que las sub-aplicaciones de refrigeración, mientras que el AA móvil se debe a la cantidad de vehículos con AA incorporado que entran al país actualmente.





3.1.3 Encuesta de Mercado de HFC en RAA

A partir de la información recopilada del Servicio Nacional de Aduanas, Listado empresas suscritas a la Cámara Chilena de la Refrigeración e información pública (Mercantil, Amarillas y páginas web de empresas) se identificaron 118 empresas que participan en el mercado de los HFC en Chile para aplicaciones de RAA, entre ellas importadores, distribuidores y empresas de servicios. Mediante entrevistas telefónicas a cada una de ellas, se preguntó de forma general qué tipo de servicio realiza la empresa (según los rubros que se especifican en la Tabla 3-24), si utilizan gases refrigerantes y, en caso de obtener una respuesta afirmativa, se preguntó qué refrigerante utilizan. El detalle de las respuestas obtenidas se muestra más adelante. Además, cada empresa se clasificó según su estado de llamada como se describe a continuación.

- Responde (R): La empresa consultada contesta y entrega información respecto del refrigerante que utiliza.
- No Responde (NR): La empresa contesta, pero no puede o no desea entregar información. La empresa pide un segundo contacto, ya sea por mail o teléfono, pero no hay respuesta.
- Inubicable (I): No fue posible ponerse en contacto con la empresa, ya sea porque no contestaron a los llamados, no se encontró información de contacto o la información de contacto publicada no existe.

A continuación, se muestran las preguntas realizadas a las empresas:

- ¿Cuáles son los principales clientes de la empresa?
- ¿Rubro el cual se dedica la empresa?
- ¿La empresa sólo realiza actividades dentro del rubro señalado en la pregunta anterior?
- ¿Qué gases refrigerantes utiliza?
- ¿Cantidad de refrigerante que utiliza anualmente (valor referencial o aproximado)?
- ¿Cuáles son sus principales proveedores?

La información de cada una de las empresas encuestadas fue registrada en un archivo Excel, denominado "Encuestas_del_Mercado_HFC, en el Anexo N°5 - Entrevistas Telefónicas, dentro de los archivos anexos al informe. Este archivo contiene la información directa y proporcionada por miembros o representantes de las empresas.





Tabla 3-24 Abreviación de empresas por actividades

Categoría	Nomenclatura	Descripción
Rubro de la Empresa	Imp	Importador
	Dis	Distribuidor
	Ser	Servicios
	Fab	Fabricante
Producto Importado	Eq	Equipos RAA
	Gas	Gases refrigerantes
Tipo de Servicio	Man	Mantención
	Ins	Instalación
Aplicación	Ref	Refrigeración
	AA	Aire Acondicionado
Sub-Aplicación	Dom	Doméstica
	Com	Comercial
	Ind	Industrial
	Fi	Fijo
	Мо	Móvil

Fuente: Elaboración propia según la información recopilada en Anexo 5 – Entrevistas Telefónicas

De las 118 empresas identificadas, 65 respondieron a la entrevista telefónica (55% de respuesta). De las 65 empresas que respondieron, 41 de ellas pertenecen al rubro de servicios de mantención y/o instalación de RAA, 12 son importadores de gases o equipos, 8 son distribuidores de gases refrigerantes, 2 son distribuidores y empresas de servicios a la vez y 1 empresa es fabricante e importador de equipos.

La distribución de las empresas encuestadas por región considera todas las empresas que respondieron a la entrevista telefónica y se presenta en la Figura 3-9.





RM

1, 5 XV II, 5 III, 3 V RM, 28 ■ VI IV, 5 ■ VII ■ VIII ■ IX XIV V, 6 X ■ XI VII.1 ■ XII VIII, 4

Figura 3-9 Distribución regional de las empresas que respondieron a la encuesta de Mercado de HFC

Fuente: Elaboración propia según la información recopilada en Anexo 5 – Entrevistas telefónicas

XII, 2 X, 2XIV, 11X, 2

Durante el desarrollo de las encuestas y entrevistas, las empresas se mostraron en general reticentes a entregar información y participar de la encuesta, de igual forma 65 empresas entregaron algún tipo de información que es relevante para este estudio, representando un 54,2% de respuesta sobre el total de empresas identificadas.

3.1.3.1 Importadores

De las 65 empresas entrevistadas 13 de ellas participan dentro del mercado de HFC como importadores, 7 de ellas son importadoras de gases refrigerantes y 6 importan equipos de RAA.

Cabe señalar que no todas las empresas importadoras de gases se dedican sólo al rubro RAA, ya que también importan HFC para usos en otras aplicaciones tales como agente espumante, extinción de fuego o aerosoles.

La cantidad de refrigerante importada es identificada mediante datos de Aduanas, y la entrevista tiene como objetivo específico caracterizar los usos. Los resultados a la encuesta a importadores de HFC a granel se presentan en la Tabla 3-25.





Tabla 3-25 Resultados a la encuesta de mercado a los importadores de HFC a granel

Importador	Respuestas
F.H. Engel	■ Importan 150 ton de gas refrigerante/año: 80% R-22 y 20% HFC (60% R-507A, 30% HFC-134a y 10% R-404A)
Indura	 Sus importaciones de HFC-134a van principalmente a la industria automotriz (AA móvil) Pequeñas importaciones de R-422D (reemplazo al R-22 para AA fijo) y R-407F (reemplazo al R-22 para temperaturas muy bajas)
Distribuidora	 Clientes principales: distribuidores de refrigerantes y venta directa a navieras
Portland	 Principales HFC comercializados HFC-134a, R-404A, R-410A y R-507A
Oxiquim	■ Importan HFC-365mfc y HFC-245fa.
Unión Química	 Estiman que el HFC-134a que ellos comercializan va un 30% a AA móvil y 70% a refrigeración. El R-404A es utilizado para refrigeración comercial o industrial y R-507A a grandes frigoríficos R-410A a AA fijo (especialmente tipo Split), mientras que el R-407C fue el predecesor del R-410A y ya no se utiliza mucho Pequeña importación de R-408A para refrigeración en camiones
Ind. Química Reno	 Estima que el 90% de su HFC-134a importado va a AA móvil y refrigeración doméstica. R-404A y R507A a instalación y/o mantención de supermercados y frigoríficos R-410A y R-407C para servicio técnico de AA fijo Importaciones pequeñas de otros HFC (R-417a, MO89) como prueba para transición de HCFC a HFC
Ixom Chile	 HFC-365mfc para fabricación de espuma rígida de poliuretano Otros HFC (mezcla o puros) para venta a distribuidores.

Fuente: Elaboración propia según la información recopilada en Anexo 5 – Entrevistas telefónicas

En el caso de los importadores de equipos de RAA no se presenta la información entregada por las empresas ya que son datos de uso de refrigerante que serán presentados a lo largo de este informe, sin embargo, en la Tabla 3-26 se muestra la información que se le solicitó a cada uno de ellos.





Tabla 3-26 Información solicitada a las empresas importadoras de equipos de RAA entrevistadas

Importador	Información Entregada
СТІ	Entrega información respecto a su uso de HFC en la fabricación de equipos de refrigeración doméstica, la cual se presenta con detalle en el punto 3.2.1.1
Intercal	Tiene una pequeña participación en el mercado de HFC ya que vende algunos equipos que utilizan HFC como refrigerante
Mimet	Entrega información respecto a su uso de HFC en la fabricación de equipos de refrigeración doméstica, la cual se presenta con detalle en el punto 3.2.1.2.1
Trane De Chile	Se realiza una entrevista presencial en las instalaciones de Trane De Chile S.A., donde se señala que se enviara la información por correo (no se recibió esta información)
Anwo S.A.	Se recibe información por correo la información de los modelos de equipos y contenido de refrigerante de los equipos.
LG	Entrevista presencial donde se entregan algunos antecedentes generales y se acuerda envío de información al detalle del uso de HFC, pero no se envió. Entregan información de catálogo de equipos de AA distribuidos actualmente por la empresa.

Fuente: Elaboración propia según la información recopilada en Anexo 5 – Entrevistas telefónicas

3.1.3.2 Distribuidores

Los distribuidores de suministros cumplen la función de ser canal de distribución entre los principales importadores y las empresas que prestan servicios de RAA y usuarios finales.

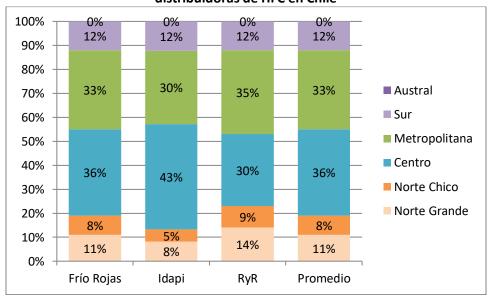
De las 65 empresas que respondieron a la encuesta, 8 de ellas son distribuidores más 2 que además de ser importadores actúan como distribuidores.

Según información entregada por tres de las empresas encuestadas, los principales clientes de los distribuidores de HFC son los servicios de mantención e instalación de RAA. En la Figura 3-10 se muestra la distribución de la demanda nacional de gas refrigerante, por región de Chile.





Figura 3-10 Distribución regional estimada de las ventas de gas refrigerante, según tres empresas distribuidoras de HFC en Chile



Fuente: Elaboración propia en base a las respuestas de las consultas telefónicas y reuniones con agentes del mercado

Como se aprecia en la Figura 3-10, y de acuerdo a la información proporcionada por las empresas encuestadas como principales distribuidores, en promedio la mayor demanda de HFC se concentra en la zona central (V, VI, VII y VIII región) y RM. La concentración de las ventas de HFC en la RM, según lo señalado por las empresas, se debe principalmente al aumento en la construcción y mantención de oficinas, empresas, mall, supermercados y el crecimiento del mercado automotriz en esta región.

En entrevista con dos de los distribuidores encuestados (Idapi y Sistemas y Suministros), se señaló que durante los últimos años se han importado menores cantidades de gases refrigerantes HFC, información que coincide con la proporcionada por el Servicio Nacional de Aduanas y según lo que comentaron las empresas, esto se debe al uso de otros refrigerantes no HFC en los nuevos equipos importados.

3.1.3.3 Empresas de Servicios de Instalación y/o Mantenimiento

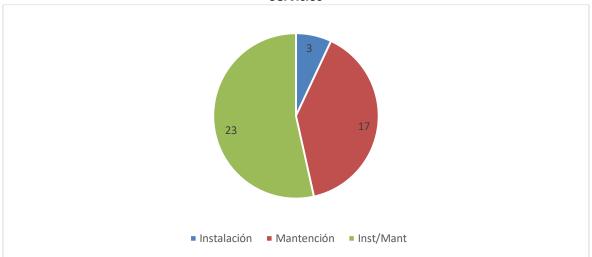
De las 65 empresas que respondieron la encuesta, 41 de ellas pertenecen al rubro de Servicios de mantención y/o instalación más 2 que pertenecen tanto al rubro distribución como servicios, teniendo un total de 43 empresas en este rubro.

En la Figura 3-11 se muestra el tipo de servicio que ofrecen las empresas entrevistadas, se observa que 3 de ellas entregan servicios de instalación, 17 de mantención y 23 tanto de mantención como instalación de RAA.





Figura 3-11 Distribución del tipo de servicio que entregan las empresas encuestadas del rubro Servicios



Fuente: Elaboración propia según la información recopilada en Anexo 5 – Entrevistas telefónicas

Como se aprecia en la Tabla 3-27, existen 17 empresas que se dedican a realizar servicios en RAA, 4 empresas que solo se dedican a la mantención en refrigeración comercial e industrial, estas últimas señalan que están en conocimiento de que el gas refrigerante HCFC-22 se encuentra restringido para el uso en el país, pero a la fecha se sigue utilizando de forma masiva y con alta demanda.

Tabla 3-27 Distribución por tipo de servicio de mantención de RAA

Tipo	Sólo Refrigeración	Sólo AA	RAA
Doméstica	1	-	1
Comercial	4	-	-
Industrial	1	-	1
Doméstico + Comercial	7	-	5
Comercial + Industrial	4	-	5
Doméstica + Comercial + Industrial	3	-	5
Fijo	-	5	17
Móvil	-	1	-

Fuente: Elaboración propia según la información recopilada en Anexo 5 – Entrevistas telefónicas

De acuerdo a lo señalado por los entrevistados, la causa más habitual de pérdida o emisión de un gas refrigerante al ambiente sería la presencia de fugas en los sistemas de refrigeración industrial y comercial. Según lo indicado en las entrevistas, la mayoría de las empresas usuarias no puede detener el funcionamiento del sistema de refrigeración ya que se arriesga la pérdida del producto refrigerado, por lo que se suele proceder a recargar el sistema con la fracción de refrigerante que falta, sin detectar ni reparar la fuga. La segunda causa sería la definida como "Malas Prácticas" durante las actividades de mantención, correspondiendo a la emisión directa





al ambiente, con la finalidad de justificar el costo de la mantención, cambio o recarga del refrigerante.

Las empresas entrevistadas señalan que el servicio de instalación de RAA, contempla el montaje y puesta en operación de los equipos de las marcas que representan, pero además de instalar el equipo, existe un servicio de garantía asociado una eventual deficiencia en la instalación de los equipos de RAA (Garantía del Producto) y a la verificación del funcionamiento de los equipos de RAA durante un año.

3.2 Caracterización de los Usuarios Finales de HFC

Tal como se presentó al inicio del Capítulo 3, los usuarios finales de HFC son aquellos que utilizan el HFC importado a granel a través de las partidas arancelarias 29.03 (sustancias puras) y 38.24 (mezclas) en las distintas aplicaciones y sub-aplicaciones, para carga de nuevos equipos o instalaciones o para la mantención de los mismos.

3.2.1 Refrigeración

Tanto en la refrigeración como en el aire acondicionado se encuentran los principales usuarios de HFC en Chile, en la presente sección se detallarán los usuarios de refrigeración doméstica, comercial, industrial y transporte refrigerado.

3.2.1.1 Refrigeración Doméstica

Los usos de HFC en refrigeración doméstica son para carga de nuevos equipos fabricados a nivel nacional y para mantención de equipos tanto importados como fabricados.

3.2.1.1.1 Carga Equipos Fabricados

En Chile los usuarios finales de HFC para carga de nuevos equipos en la sub-aplicación refrigeración doméstica son los fabricantes de equipos.

Actualmente en Chile, CTI S.A. es la única empresa fabricante de equipos de refrigeración doméstica. Anteriormente, otras empresas chilenas fabricaban electrodomésticos (línea blanca mayoritariamente) pero en la actualidad ya no los producen, y son importadores de los mismos. Este es el caso de Sindelen, Ursus Trotter y Metalúrgica Winter. De las tres empresas mencionadas, sólo Sindelen era fabricante de refrigeradores en el pasado (Ampho21 & MMA, 2015).





La empresa CTI S.A., la cual posee el 36% del mercado chileno de electrodomésticos y línea blanca¹³. Hoy, su oferta de equipos (refrigeradores, freezers y minicooler) se construye en base a fabricación propia (50% del total de ventas) e importaciones (50%)¹⁴.

Según la información obtenida en la entrevista realizada a CTI el 28 de noviembre de 2016, los equipos de refrigeración fabricados en Chile sólo utilizan HFC-134a como refrigerante, mientras que un 30% de los equipos importados utilizan HFC-134a como refrigerante y el otro 70% utilizan R-600a.

El uso anual de HFC-134a para la fabricación de equipos de refrigeración doméstica entre los años 2008 y 2015 fue proporcionado por la CTI y se muestra en la Figura 3-12, donde además se presenta la producción anual de equipos de línea blanca (refrigeración, cocción, lavado y estufas) que se fabrica en CTI, información obtenida de las Memorias Anuales publicadas por la empresa. No se cuenta con información del uso de refrigerante los años previos al 2008, sin embargo, por la información que se proporcionó en la entrevista realizada se conoce que a partir del año 2000 se usa HFC-134a en la producción de refrigeradores.

Se observa que entre los años 2008 y 2011 el uso de HFC-134a es proporcional a la producción de equipos, luego el uso de HFC-134a disminuye considerablemente, lo cual se puede deber a cambios de estrategia productiva asociados a la venta de la empresa a una compañía extranjera.

Tabla 3-28: Uso de refrigerante HFC-134a para la fabricación de refrigeradores (CTI)

Año	HFC-134a (miles de kg)	Fabricación Línea Blanca(unidades)
2008	58,37	885.115
2009	41,49	663.687
2010	52,29	811.566
2011	57,47	892.566
2012	50,36	887.437
2013	32,46	893.019
2014	36,76	916.384
2015	32,89	797.434

Se solicitó sin respuesta información respecto a la producción de equipos de refrigeración. En sus memorias el mayor detalle es la fabricación de Línea Blanca.

Fuente: Información proporcionada por CTI y Memorias Anuales de la empresa

¹³ http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=87782 (visitado el 26/04/2017)

¹⁴ Según entrevista con CTI (28/11/2016)





1000 Miles de unidades línea Miles de kg de HFC-134a usados 60 800 blanca fabricadas 50 600 40 30 400 20 200 10 0 0 2007 2015 2016 Fabricación Línea Blanca HFC-134a

Figura 3-12: Uso de refrigerante HFC-134a para la fabricación de refrigeradores (CTI)

Fuente: Información proporcionada por CTI y Memorias Anuales de la empresa

Según las consultas realizadas a CTI, ellos no participan directamente como importadores del refrigerante como insumo de producción, sino que lo compran a otros actores del mercado (importadores o distribuidores de HFC). Se destaca que la compañía no detalla quienes son sus proveedores de refrigerante.

En la misma entrevista, se informó que la vida útil esperada de los equipos de refrigeración fabricados por CTI es de 15 a 20 años, aunque comúnmente el recambio ocurre antes de este tiempo, ya sea por motivos estéticos, de capacidad o por obtener nuevas tecnologías y no porque el equipo deje de funcionar; en estos casos supone que los refrigeradores siguen siendo utilizados en otra casa. En cuanto a la disposición final de los equipos desechados, el entrevistado de la empresa dice desconocer a dónde van a parar los equipos una vez que dejan de funcionar.

3.2.1.1.2 Mantención

Para la sub-aplicación refrigeración doméstica se estima que en torno al 0,3% y 0,5% de los equipos fabricados localmente presentan fuga, estos porcentajes provienen de los resultados obtenidos en las tres etapas de inspección de fugas que realiza CTI, como parte del proceso de control de calidad, que realizan en la planta de producción. A partir de estos porcentajes es posible estimar la cantidad de refrigerante HFC-134a que debe ser cargado durante mantenciones.

El valor calculado de uso de HFC-134a para mantención de equipos domésticos para el período 2010-2015 se presenta en la Tabla 3-29.

Tabla 3-29 HFC utilizado para mantención de refrigeración doméstica, periodo 2010 – 2015 [kg]

Mantención	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HFC-134a	1.590	1.883	2.169	2.390	2.499	2.543





Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por CTI S.A.

3.2.1.2 Refrigeración Comercial

Para el caso de los usuarios de HFC en refrigeración comercial, éstos se pueden dividir en carga de equipos nuevos (refrigeradores, congeladores, botelleros), carga de sistemas de refrigeración instalados en su lugar de emplazamiento y mantención.

3.2.1.2.1 Carga Equipos Fabricados

La empresa MIMET S.A. es fabricante de equipos de refrigeración comercial en Chile, actualmente se encuentran en una transición para pasar de refrigerantes HFC a otras alternativas: están implementando el uso de R-290 desde 2011 y CO₂ desde 2013 (por exigencias de Coca Cola Company), por lo que no han eliminado del todo el uso de HFC-134a y el R-404A (según información entregada para el Estudio de Alternativas a las SAO (Unidad Ozono & ONUDI, 2017).

Según lo que respondió MIMET en la encuesta para el Estudio de Alternativas a las SAO (Unidad Ozono & ONUDI, 2017), el uso de refrigerantes HFC-134a y R-404A para la fabricación de equipos de refrigeración de MIMET se presenta en la Tabla 3-30.

Tabla 3-30 Sustancias utilizadas para la carga de equipos fabricados por Mimet S.A. [kg]

		•		•	•	
Sustancia	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HFC-134a	no informa	27.550	23.470	19.970	30.800	no informa
R-404A	no informa	3.000	8.900	3.100	3.750	no informa
Total	no informa	30.550	32.370	23.070	34.550	no informa

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por MIMET S.A.

3.2.1.2.2 Carga de Sistemas de Refrigeración para Supermercados

La metodología para la caracterización de este sector consiste en las siguientes etapas:

- 1. Identificación de los principales supermercados del país y su ubicación regional
- 2. Caracterización del uso de HFC en supermercados

Se debe aclarar que los sistemas de refrigeración para supermercados son instalados en mismo lugar donde están emplazados, por lo que se cargan en dicho lugar.

Según lo informado por la Asociación Supermercados de Chile A.G. en su Memoria Anual 2015 a lo largo de todo el territorio chileno existen alrededor de 1410 establecimientos. Las empresas





asociadas a Supermercados de Chile A.G. representan más del 95% del conjunto de todos los formatos comerciales del rubro alimentación que hay en Chile.

Agrupando a los supermercados geográficamente por los pertenecientes a las empresas Cencosud (Jumbo y Santa Isabel), Walmart (Lider, Express de Lider, Ekono y Acuenta), SMU (Unimarc), Tottus, Montserrat y Otros Supermercados se presenta la presencia por zona del país en la Tabla 3-31.

Tabla 3-31 Distribución regional de los supermercados en Chile

Zona	Walmart	SMU	Cencosud	Tottus	Montserrat	Otros	Total Zona
Norte Grande	9	25	13	4	0	0	51
Norte Chico	15	32	16	3	0	0	66
Centro	124	112	97	21	2	19	375
Sur	29	55	25	0	0	4	113
Austral	2	9	0	0	0	0	11
Metropolitana	205	62	93	33	32	27	452
Total Cadena	384	295	244	61	34	50	1.068

Fuente: Páginas web de los supermercados

La cantidad de refrigerante cargado en los sistemas de refrigeración de supermercados se estima según la metodología presentada en la sección 4.4.3.2 (Estimación de carga entrante en banco de aplicaciones de refrigeración, Refrigeración Comercial) en base a la relación entre la superficie en m² de la sala de ventas de supermercados Santa Isabel y la cantidad de refrigerante instalada (información proporcionada en entrevista realizada el 23 de marzo de 2017), la cual se estimó en 0,29 [0,27 – 0,31] kg de refrigerante/m2.

Para estimar la carga total instalada en Chile se utiliza la relación entre refrigerante cargado y superficie considerando el total de m² de establecimientos de supermercados (obtenido de reporte del INE (INE, 2017) y la información en las memorias publicadas para cada una de las cadenas de supermercados).

A partir de la información que entregó Santa Isabel se estimaron la proporción de uso por refrigerante para 5 períodos distintos de tiempo y una tasa de renovación anual igual a 3,2% respecto a cuantos m2 cambian su sistema de refrigeración a uno nuevo. Cabe destacar que la estimación considera la existencia de supermercados cuyo sistema de refrigeración instalado es en base al R-22, sin embargo, se destaca que desde el año 2013 se supone que ningún supermercado instalaría tecnología basada en dicho refrigerante. El desarrollo completo de estas estimaciones se encuentra en la sección 4.4.3.2.

En la Tabla 3-32 se presenta la estimación de carga de HFC en supermercados.





Tabla 3-32 Carga es sistemas de refrigeración de supermercados, periodo 2010-2015 [kg de HFC]

Año	2010	2.011	2012	2.013	2014	2015
R-404A	4.408	6.871	5.304	5.589	1.851	1.298
R-507A	32.459	50.592	39.053	41.153	44.415	31.140
Total HFC	36.867	57.463	44.357	46.742	46.266	32.438

Fuente: Elaboración propia a partir de estimaciones realizadas en la sección 4.4.3.2

3.2.1.2.3 Mantención

La tasa de mantención esperada para la sub-aplicación refrigeración comercial se obtuvo del valor más alto del rango de las tasas de mantención recomendadas en las GL-2006 (IPCC, 2006a). Lo anterior se justifica en que Chile es un país aún en proceso de desarrollo y la temática ambiental no se ha difundido masivamente, lo cual implica que no se han realizados grandes esfuerzos por disminuir las tasas de fugas de refrigerante. La mantención esperada entonces para equipos de refrigeración comercial es de 15% y para sistemas de refrigeración de supermercados es de 35%.

La cantidad de HFC utilizada para mantención de refrigeración comercial, incluyendo supermercados, se estimó según metodología presentada en el capítulo 5.2. y en la Tabla 3-33 se presentan los resultados de esta estimación entre los años 2010 y 2015.

Tabla 3-33 Uso estimado en mantención de refrigeración comercial, periodo 2010-2015 [kg de HFC]

Año	2010	2.011	2012	2.013	2014	2015
HFC-134a	17.922	22.342	17.929	24.006	29.020	28.629
R-404A	114.200	119.512	115.099	105.219	126.173	83.380
R-407F	-	-	-	-	-	907
R-507A	44.691	105.861	132.760	129.229	154.771	186.227
Total HFC	176.813	247.715	265.788	258.454	309.964	299.143

Fuente: Elaboración propia a partir de estimaciones realizadas para el cálculo de emisiones

3.2.1.3 Refrigeración Industrial

En esta sección se ubican todas aquellas instalaciones que cuentan con sistemas de refrigeración utilizadas a nivel industrial y finalmente, se estima su carga de refrigerantes instalada y cuánto se requiere para mantención.

3.2.1.3.1 Carga de Nuevas Instalaciones

En Chile las industrias silvoagropecuaria, pesquera y alimenticia representan una parte importante de la economía del país. A modo de referencia, según la información contenida en





el apartado "Producto interno bruto por clase de actividad económica, a precios corrientes, referencia 2008 (millones de pesos)" de la Base de Datos Estadísticos del Banco Central de Chile, el año 2015 representan juntas el 6,19% del Producto Interno Bruto Nacional, mientras que, el sector minero el mismo año representó el 8,98%.

Estas industrias, en su mayoría, cuentan con instalaciones de refrigeración necesarias para procesamiento y/o almacenamiento de productos que posteriormente son comercializados tanto dentro como fuera del país.

Las empresas consideradas de los sectores silvoagropecuarios, pesquero y alimenticio se subdividen en tres grupos principales: pecuario, frutícola y pesquero, los tipos de empresas que pertenecen a estos tres sectores se presentan en la Tabla 3-34.

Tabla 3-34 Tipos de empresas que pertenecen a los sectores pecuario, frutícola y pesquero

Sector Pecuario	Sector Frutícola	Sector Pesquero	
Mataderos	Cámaras Frío y pre-frío	Salmoneras	
Faenadoras	Packing	Conservas	
Avícolas	Productos Congelados	Congelados	
Cecinas	Vitivinícolas	Aceite Omega	
Lácteos		Pesqueras	

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, también se identificaron empresas de los sectores almacenamiento y logística de frío y fabricación de plástico, que requieren de frío para su funcionamiento.

Se realizó un catastro (Archivo "BD_RAAInd_Usuarios" del Anexo 5 – Entrevistas Telefónicas) de empresas por cada uno de los sectores descritos a partir de las siguientes fuentes de información:

- Listado Nacional de Establecimientos Pesqueros Bajo Control Sanitario de Sernapesca (SERNAPESCA, 2017).
- Listado de Plantas Faenadoras Nacionales del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) (SAG, 2010).
- Listado de Socios de la Asociación de Exportadores de Frutas de Chile A.G. (ASOEX) (ASOEX, 2016).
- Directorio Chile Alimentos.
- Información pública de Internet (Mercantil, Mundo Acuícola, Directorio Pesquero Acuícola, Amarillas y páginas de las empresas).

A continuación, en la Tabla 3-35 se presenta un resumen del catastro de empresas consideradas.





Tabla 3-35 Catastro del total de Empresas Identificadas para cada sector de la refrigeración industrial

Sector	Empresas identifica das (Total)	Empresas que aplican al informe ¹⁵ (Total – NA)	Empresas que responden a la consulta (R) y entregan datos	% de participación (RE/(Total-NA))	Fuente de información
Pecuario	109	99	30	30,3%	Listado de Plantas Faenadoras Nacionales del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). Información Pública de Internet
Pesquero	185	172	45	26,2%	Listado Nacional de Establecimientos Pesqueros Bajo Control Sanitario de Sernapesca Información Pública de Internet
Frutícola	188	162	51	31,5%	Listado de Socios de la Asociación de Exportadores de Frutas de Chile A.G. (ASOEX). Directorio Chile Alimentos. Información Pública de Internet
Almacenamiento y Logística	43	34	12	35,3%	Información Pública de Internet
Fabricación de Plástico	81	61	12	19,7%	Información Pública de Internet
TOTAL	606	528	150	28,4%	

Fuente: Elaboración propia en base *a "BD_RAAInd_Usuarios"* (Anexo 5 – Entrevistas Telefónicas). (NA: No Aplica, R: Responde)

Una vez identificadas las empresas por sector, se realizó una consulta telefónica a cada una de ellas donde se preguntó si la empresa posee instalaciones de frío y, en caso de obtener una respuesta afirmativa, se preguntó qué refrigerante utilizan. Cada empresa se clasificó según su estado de llamada:

- Responde (R): La empresa consultada contesta y entrega información respecto del refrigerante que utiliza.
- No Responde (NR): La empresa contesta, pero no puede o no desea entregar información. La empresa pide un segundo contacto, ya sea por mail o teléfono, pero no hay respuesta.
- Inubicable (I): No fue posible ponerse en contacto con la empresa, ya sea porque no contestaron a los llamados, no se encontró información de contacto o la información de contacto publicada no existe.
- No aplica (NA): La empresa responde, pero según la respuesta obtenida no aplica a la caracterización, por ejemplo, la empresa pertenece a otra que ya ha sido consultada, la empresa no posee instalaciones de refrigeración propias, la empresa no utiliza refrigeración en su proceso o se informa que la empresa está cerrada.

¹⁵ Son todas las empresas identificadas menos aquellas que según la clasificación por estado de llamada "No Aplican" al estudio





A continuación, se entregan los resultados generales y por sector obtenidos de la consulta telefónica.

La distribución de empresas por región y por tamaño de empresa (Pymes o no Pymes, según información disponible por consulta de situación por contribuyente del Servicio de Impuestos Internos, SII) considera todas las empresas del catastro menos aquellas que no aplican al estudio (No aplica) y el análisis del tipo de refrigerante utilizado incluye todas las respuestas obtenidas (Responde).

Según el estado de llamadas realizadas se obtuvo 150 respuestas (sobre 528 que aplican) informando el HFC utilizado en total, lo cual indica una participación general del sector industrial de un 28,4%, el detalle del estado de llamadas se presenta en la Tabla 3-36.

Tabla 3-36: Estado de llamadas de la encuesta telefónica a usuarios finales de refrigeración industrial

Estado	Abrev.	Sector Pecuario	Sector Pesquero	Sector Frutícola	Almacenamiento y Logística	Fabricación de Plástico	Total
Responde	R	30	45	51	12	12	150
No Responde	NR	32	74	38	14	22	180
Inubicable	I	37	53	73	8	27	198
Total Empresas que	Aplican	99	172	162	34	61	528
No Aplica	NA	10	13	26	9	20	78
Total Empresas Identificadas		109	185	188	43	81	606

Fuente: Elaboración propia en base a "BD_RAAInd_Usuarios" (Anexo 5 – Entrevistas Telefónicas).

El total de empresas que aplican al estudio se caracterizaron territorialmente según se presenta en la Tabla 3-37 y en la Figura 3-13 considerando las siguientes grandes regiones geográficas:

- Norte Grande: XV Región (Arica y Parinacota), I Región (Tarapacá) y II Región (Antofagasta)
- Norte Chico: III Región (Atacama) y IV Región (Coquimbo)
- Centro: V Región (Valparaíso), VI Región (O'Higgins), VII Región (Maule) y VIII Región (Bío Bío)
- Metropolitana: XIII Región o RM
- Sur: IX Región (Araucanía), XIV Región (Los Ríos) y X Región (Los Lagos)
- Austral: XI Región (Aysén) y XII Región (Magallanes)





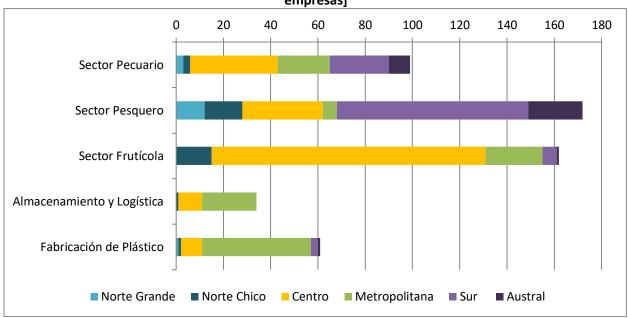
Tabla 3-37 Empresas que aplican al estudio por sector industrial y zona del país

Zona	Sector Pecuario	Sector Pesquero	Sector Frutícola	Almacenamiento y Logística	Fabricación de Plástico	Total
Norte Grande	3	12	0	0	1	16
Norte Chico	3	16	15	1	1	36
Centro	37	34	116	10	9	206
Metropolitana	22	6	24	23	46	121
Sur	25	81	6	0	3	115
Austral	9	23	1	0	1	34
Total	99	172	162	34	61	528

Fuente: Elaboración propia en base a "BD_RAAInd_Usuarios" (Anexo 5 – Entrevistas Telefónicas).

De la Tabla 3-37 y la Figura 3-13 es posible observar que el rubro pecuario se concentra en las zonas Centro, Sur y Metropolitana; el sector pesquero predomina en las regiones Sur, Centro y Austral; el sector frutícola tiene mayor presencia en las zonas Central y Metropolitana y que las empresas de almacenamiento y logística se concentran en la RM, al igual que las fábricas de plástico.

Figura 3-13 Cantidad de empresas que aplican al estudio por sector industrial y zona del país [n° empresas]



Fuente: Elaboración propia en base a "BD_RAAInd_Usuarios" (Anexo 5 – Entrevistas Telefónicas).

El detalle de ubicación de cada empresa por región se encuentra en el archivo *a "BD RAAInd Usuarios"* (Anexo 5 – Entrevistas Telefónicas).





En la Tabla 3-38 se observa que, del total de empresas que aplican al estudio (528 empresas), el 46% están dentro de la categoría Pequeña y Mediana Empresa (Pyme), mientras que el 52% corresponde a No Pyme y el 2% restante no pudo ser determinado.

Tabla 3-38 Empresas que aplican al estudio por tamaño de empresa y zona del país

Zona	Pyr	nes	No Pymes Sin Información		Total		
Norte Grande	11	69%	5	31%	0	0%	16
Norte Chico	24	67%	12	33%	0	0%	36
Centro	93	45%	105	51%	8	4%	206
Metropolitana	52	43%	69	57%	0	0%	121
Sur	46	40%	67	58%	2	2%	115
Austral	19	56%	14	41%	1	3%	34
Total	245	46%	272	52%	11	2%	528

Fuente: Elaboración propia en base a "BD RAAInd Usuarios" (Anexo 5 – Entrevistas Telefónicas).

Al clasificar las empresas por tamaño y según el rubro al que pertenecen, se tiene que el sector Fabricación de Plástico y Almacenamiento y Logística son los que cuentan con mayor porcentaje de Pymes (62% y 59% respectivamente), tal como se muestra en la Tabla 3-39 Empresas que aplican al estudio por tamaño de empresa y rubro industrial. Los sectores pecuario y frutícola son los que tienen menor presencia de Pymes (37% y 39% del total que aplica, respectivamente), mientras que el rubro pesquero es equitativo en la presencia de pymes (51%).

Tabla 3-39 Empresas que aplican al estudio por tamaño de empresa y rubro industrial

Rubro	Rubro Pymes				Sin Información		Total	
Kubio	гуп	1163	No Py	IIIE3	3111 11	iioiiiacioii	iotai	
Sector Pecuario	37	37%	51	52%	11	11%	99	
Sector Pesquero	87	51%	85	49%	0	0%	172	
Sector Frutícola	63	39%	99	61%	0	0%	162	
Almacenamiento y Logística	20	59%	14	41%	0	0%	34	
Fabricación de Plástico	38	62%	23	38%	0	0%	61	
Total	245	46%	272	52%	11	2%	528	

Fuente: Elaboración propia en base a "BD_RAAInd_Usuarios" (Anexo 5 – Entrevistas Telefónicas).

Al analizar las 150 respuestas obtenidas en la consulta ante la pregunta "¿Cuál/es refrigerante/s utilizan en sus instalaciones?" según lo expuesto en la Tabla 3-40 Tipo de refrigerantes utilizados por las empresas de los sectores industriales, se observa que el 45,33% de las empresas no utiliza HFC como refrigerante (utilizan sólo R-22 o sólo R-717 o ambos), mientras que, en sumatoria, el restante 54,67% sí los utiliza. El 21,33% de las empresas que respondieron dijeron utilizar sólo HFC en sus instalaciones, el 30% lo utiliza en paralelo al uso de R-22 y el 3,33% hace lo mismo, pero en paralelo al R-717 (amoníaco).





Tabla 3-40 Tipo de refrigerantes utilizados por las empresas de los sectores industriales

Refrigerante Utilizado	Cant. Empresas	Porcentaje
Sólo HFC	32	21,33%
HFC y R-22 ¹⁶	45	30,00%
HFC y R-717	5	3,33%
No HFC ¹⁷	68	45,33%
Total	150	100,00%

Fuente: Elaboración propia en base a "BD RAAInd Usuarios" (Anexo 5 – Entrevistas Telefónicas).

Al analizar por rubro, es posible ver que los sectores frutícola y fabricación de plástico son los que menos utilizan HFC, ya que el 66,7% y 58,3%, respectivamente, respondieron no utilizar HFC en sus instalaciones, tal como se aprecia en la Figura 3-14. Por otro lado, el sector pesquero es el que más utiliza HFC con un 77,7% (el 40% dijo utilizar sólo refrigerantes HFC).

Tipo de refrigerante utilizado en sector idustrial

Total General
Fabricación de Plástico

Almacenamiento y Logística

Pesquero

Pecuario

0% 20% 40% 60% 80% 100%

Sólo HFC HFC y R-22 HFC y R-717 No HFC

Figura 3-14 Tipo de refrigerantes utilizados por las empresas por sector industrial

Fuente: Elaboración propia en base a "BD RAAInd Usuarios" (Anexo 5 – Entrevistas Telefónicas).

Dado que la mayoría de las empresas consultadas dijeron utilizar más de un refrigerante, para tener una aproximación a qué refrigerantes son los más utilizados se contabilizaron las menciones que se hicieron a cada refrigerante, es decir, las veces en que cada gas fue nombrado como él o uno de los utilizados en las empresas.

¹⁶ En esta categoría también se hace mención a otros refrigerantes CFC o HCFC, pero según lo informado por la empresa son en cantidades pequeñas en comparación con el R-22 o el HFC mencionado

¹⁷ Utilizan sólo R-22, sólo amoníaco u otro refrigerante no HFC, o también más de uno de ellos.





En la Tabla 3-41 se presenta la cantidad de empresas que dijo utilizar cada uno de los refrigerantes listados. La sumatoria por rubro es mayor a la cantidad de empresas que respondieron a la encuesta, esto se debe a que la mayoría de las empresas encuestadas utilizan más de un tipo de refrigerante en sus instalaciones. El R-22 es utilizado por 81 empresas, el R-507A lo utilizan 43 empresas y el R-404A 33. Otros HFC utilizados son el HFC-134a, R-407C y R-410A (13 empresas los dos primeros y 4 el tercero). También hay una empresa que utiliza las mezclas R-417A y R-408A.

Tabla 3-41 Cantidad de empresas que respondió utilizar los refrigerantes presentados por sector industrial

Refrigerante Mencionado	Sector Pecuario	Sector Pesquero	Sector Frutícola	Almacenamiento y Logística	Fábrica de Plástico	Total
HFC-134a	2	7	3	0	1	13
R-404A	8	15	3	6	1	33
R-407C	1	5	3	0	4	13
R-410A	2	0	2	0	0	4
R-507A	9	20	9	5	0	43
R-22	21	18	33	6	3	81
R-717	7	8	16	2	0	33
Otros	2	3	0	0	6	11
Total	52	76	69	19	15	231

Fuente: Elaboración propia en base a "BD_RAAInd_Usuarios" (Anexo 5 – Entrevistas Telefónicas).

Según los resultados de la encuesta a usuarios industriales más la información recopilada en la "Elaboración del Inventario nacional de cámaras frigoríficas y grandes superficies refrigeradas y/o climatizadas con SAO y HFC" (ATS Energía, 2014), se pudo estimar la carga de refrigerante por tipo de empresa en su equivalente en R-22. En el capítulo 4.4.3.3 (Estimación de carga entrante en banco de aplicaciones de refrigeración, Refrigeración industrial) se presenta el cálculo se esta estimación, la cual entrega que para los sectores Frutícola y Almacenamiento y Logística la carga media es de 2.200 kg por empresa, 870 kg para empresas del rubro Pecuario, 650 kg en empresas del sector Pesquero y 250 kg en fábricas de plástico.

De los resultados de la encuesta realizada a las distintas industrias es posible realizar el supuesto respecto a los refrigerantes instalados al año 2015:





Tabla 3-42 Distribución de refrigerante por tipo de industria

rabia 5 42 bistribación de l'enigerante por tipo de madstria								
Industria	HFC-134a	R-404A	R-407C	R-507A	No HFC			
Frutícola	2,3%	3,7%	1,6%	12,5%	79,9%			
Logística	-	40,3%		20,0%	39,7%			
Pecuario	4,0%	33,0%		17,0%	46,0%			
Pesquero	5,0%	22,0%	7,0%	32,0%	34,0%			
Plástico	2,0%	8,0%	25,0%	-	65,0%			

Fuente: Elaboración propia en base a "BD_RAAInd_Usuarios" (Anexo 5 – Entrevistas Telefónicas).

En base a los supuestos presentados en la sección 4.4.3.3, se presenta en la estimación del HFC [kg] instalado en refrigeración industrial en el período comprendido entre los años 2010 y 2015.

Tabla 3-43 Uso estimado en carga de instalaciones de refrigeración industrial, periodo 2010-2015 [kg de HFC]

Sustancia	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HFC-134a	492	2.001	5.792	1.989	76	101
R-404A	14.444	14.753	16.046	4.224	388	514
R-407C	180	1.684	5.476	2.598	1.211	1.605
R-507A	6.938	7.422	14.136	34.341	44.779	44.905
Total HFC	22.054	25.860	41.450	43.151	46.455	47.124

Fuente: Elaboración propia en estimaciones realizadas en la sección 4.4.3.3

Se observa que entre el 2010 y 2012 se instaló principalmente R-404A, uso que decayó con la entrada del uso de R-507A, en cual a partir del 2013 se cargó en la mayoría de las nuevas instalaciones industriales.

3.2.1.3.2 Mantención

La tasa de mantención esperada para la sub-aplicación refrigeración industrial se obtuvo del valor más alto del rango de las tasas de mantención recomendadas en las GL-2006 (IPCC, 2006a). La mantención esperada entonces para refrigeración industrial es de 25%.

La cantidad de HFC utilizada para mantención de refrigeración industrial se estimó según metodología presentada en el capítulo 5.2. y en la Tabla 3-44 se presentan los resultados de esta estimación entre los años 2010 y 2015.





Tabla 3-44 Uso estimado en mantención de refrigeración industrial, periodo 2010-2015 [kg de HFC]

Sustancia	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HFC-134a	3.065	3.658	3.813	5.183	5.290	5.066
R-404A	63.356	71.426	73.131	66.114	77.458	50.113
R-407C	11.588	22.470	6.604	13.944	21.103	11.891
R-507A	4.753	11.070	19.648	32.498	53.678	79.988
Otros	5.858	17.054	4.026	1.903	29.393	7.751
Total HFC	88.619	125.677	107.222	119.642	186.922	154.809

Fuente: Elaboración propia a partir de estimaciones realizadas para el cálculo de emisiones

Los otros refrigerantes que contienen HFC utilizados para mantención de refrigeración industrial son el R-402A, R-408A, R-417A, R-425A, R-427A, R-437A, R-438A, R-508B e Isceon 89.

3.2.1.4 Transporte Refrigerado

Se conoce que las unidades para transporte refrigerado ingresan al país sin carga previa de refrigerante, por lo que el uso de HFC en esta sub-aplicación consiste en la instalación de nuevos equipos y su posterior mantención, para lo que se utiliza HFC a granel.

3.2.1.4.1 Carga de Equipos Nuevos

Se buscaron fichas de los equipos importados en el código arancelario 8418.6920 (en código las importaciones están cuantificadas en kilogramos netos de producto) para conocer la carga de refrigerante que utilizan y el peso de los equipos y se obtienen valores promedio según el tipo de refrigerante. Equipos que usan HFC-134a pesan en promedio 50 kg/equipo y utilizan en promedio 1,41 kg de refrigerante por equipo y los equipos que utilizan R-404A pesan en promedio 200 kg/equipo y usan en promedio 2,70 kg de refrigerante por equipo.

En la Tabla 3-45 se presenta la estimación del refrigerante utilizado para carga de equipos de transporte refrigerado entre los años 2010 y 2015, según metodología presentada en la sección 4.4.3.4.

Tabla 3-45 Uso estimado en carga de transporte refrigerado, periodo 2010-2015 [kg de HFC]

Sustancia	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HFC-134a	6.249	3.401	7.199	4.565	2.130	2.687
R-404A	1.752	1.865	2.674	2.749	3.028	2.423
Total HFC	8.001	5.267	9.874	7.313	5.158	5.110

Fuente: Elaboración propia en estimaciones realizadas en la sección 4.4.3.4





3.2.1.4.2 Mantención

La tasa de mantención esperada para la sub-aplicación transporte refrigerado se obtuvo del valor más alto del rango de las tasas de mantención recomendadas en las GL-2006 (IPCC, 2006a). La mantención esperada entonces para transporte refrigerado es de 50%.

La cantidad de HFC utilizada para mantención de transporte refrigerado se estimó según metodología presentada en el capítulo 5.2. y en la Tabla 3-46 se presentan los resultados de esta estimación entre los años 2010 y 2015.

Tabla 3-46 Uso estimado en mantención de transporte refrigerado, periodo 2010-2015 [kg de HFC]

Sustancia	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HFC-134a	17.728	19.470	16.190	21.227	21.920	21.642
R-404A	10.187	12.283	14.061	14.916	20.834	14.834
Total HFC	27.915	31.753	30.251	36.143	42.753	36.476

Fuente: Elaboración propia a partir de estimaciones realizadas para el cálculo de emisiones

3.2.2 Aire Acondicionado

En el presente apartado se describen los usuarios de las sub-aplicaciones de aire acondicionado: fijo y móvil.

3.2.2.1 Aire Acondicionado Fijo

En esta sub-aplicación se identifican los siguientes usuarios¹⁸:

- Carga de refrigerante en nuevas instalaciones comerciales y recintos de salud
- Mantención de equipos instalados en instalaciones comerciales y recintos de salud y mantención de equipos importados (que vienen con carga desde su origen).

A continuación, se detallan cada uno de ellos.

3.2.2.1.1 Carga de refrigerante en instalaciones comerciales y recintos de salud

Se obtiene la cantidad de centros comerciales, año de construcción y superficie (Cámara Chilena de Centros Comerciales) complementada con información de otros centros comerciales identificados, pero que no eran descritos en la asociación.

¹⁸ Se sabe que existen otros usuarios de AA fijo (por ejemplo, enfriamiento de servidores), sin embargo, no fue posible caracterizarlos, optando por enfocar los esfuerzos en los grandes consumidores de este tipo de tecnología.





En la Tabla 3-47 se muestra la cantidad de centros comerciales que hay en Chile y en la Tabla 3-48 está la superficie construida de centros comerciales en los últimos seis años.

Tabla 3-47 Cantidad de Centros Comerciales en Chile

Zona	Cantidad de Centros Comerciales
Norte Grande	5
Norte Chico	2
Centro	19
Sur	5
Austral	2
Metropolitana	33
Total	66

Fuente: Cámara Chilena de Centros Comerciales

Tabla 3-48 Construcción nueva de centros comerciales, periodo 2010 – 2015 [m² construidos]

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Superficie Nueva Construida en m²	23.529	123.352	-	224.238	-	84.000

Fuente: Cámara Chilena de Centros Comerciales

La estimación de la carga de refrigerante instalada en AA de centros comerciales se realiza en base a lo presentado en el capítulo 4.4.4.1 (Estimación de carga entrante en banco de aplicaciones de aire acondicionado, Aire acondicionado fijo) donde se supone una altura promedio de construcción de 3 metros, que el 25% del volumen construido esta efectivamente climatizado y que el requerimiento de climatización es de 100 gr de gas refrigerante por m3 climatizado.

En el caso de los recintos hospitalarios se analizaron los Compendios Estadísticos del INE, de los cuales se obtuvo la información presentada en la Tabla 3-49.

Tabla 3-49 Cantidad de recintos de salud por año en Chile, periodo 2010-2015 [n° establecimientos]

Año	2010	2011	2012	2013	2014 (1)	2015 (1)
Hospitales	231	213	210	223	223	223
Establecimientos Privados	184	105	159	156	156	156
Total	415	318	369	379	379	379

(1) No se tiene información para los años 2014 y 2015, por lo que se supone se mantienen los establecimientos del año 2013.

Fuente: Compendios Estadísticos, (INE Chile, 2015)

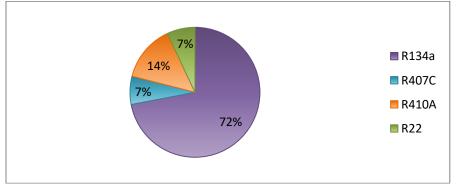
Se analizó la información entregada por instituciones de salud públicas para el Inventario de Grandes Superficies Refrigeradas con SAO y HFC (ATS Energía, 2014) de la cual se pudo obtener una carga promedio por establecimiento de 350 kg de R-22 (contenida en todos los sistemas pertenecientes a un establecimiento determinado), además, de la misma información se tiene





la siguiente distribución de uso de HFC en aire acondicionado hospitalario, mostrada en la Figura 3-15.

Figura 3-15 Distribución porcentual de los refrigerantes usados en aire acondicionado hospitalario



Fuente: Elaboración propia según "Elaboración del Inventario nacional de cámaras frigoríficas y grandes superficies refrigeradas y/o climatizadas con SAO y HFC" (ATS Energía, 2014)

La estimación de la cantidad de HFC utilizado en carga de equipos de AA fijo en el período 2010-2015 se presenta en la Tabla 3-50.

Tabla 3-50 Uso estimado en carga de equipos de AA Fijo, periodo 2010-2015 [kg de HFC]

	ao en ea	8 4 5 54	a.poo ac	, .,, .,	PCC	[.
Sustancia	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HFC-134a	11.945	1.352	669	7.091	6.174	418
R-407C	996	699	1.162	1.293	972	11
R-410A	9.115	17.307	7.886	24.040	11.606	15.840
Total HFC	22.056	19.358	9.717	32.423	18.753	16.269

Fuente: Elaboración propia en estimaciones realizadas en la sección 4.4.4.1

3.2.2.1.2 Mantención

La tasa de mantención esperada para la sub-aplicación Aire Acondicionado Fijo se obtuvo del valor más alto del rango de las tasas de mantención recomendadas en las GL-2006 (IPCC, 2006a). La mantención esperada entonces para AA Fijo es 10%.

La cantidad de HFC utilizada para mantención de AA Fijo se estimó según metodología presentada en el capítulo 5.2. y en la Tabla 3-46 se presentan los resultados de esta estimación entre los años 2010 y 2015.

Tabla 3-51 Uso estimado en mantención de AA Fijo, periodo 2010-2015 [kg de HFC]

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HFC-134a	23.127	23.758	17.039	22.257	24.200	23.565
R-407C	26.015	50.039	11.890	24.571	38.574	21.592





R-410A	20.396	52.412	51.721	105.446	118.123	108.749
Total HFC	69.537	126.209	80.650	152.274	180.898	153.905

Fuente: Elaboración propia a partir de estimaciones realizadas para el cálculo de emisiones

La utilización del HFC-134a, corresponde al contenido en enfriadores de agua, utilizados en la climatización destinada al confort humano, mientras que el R-407C y R-410A se utilizan directamente en equipos para acondicionamiento de aire.

3.2.2.2 Aire Acondicionado Móvil

Los usuarios de HFC en la sub-aplicación Aire Acondicionado Móvil son los siguientes:

- Carga de AA que se instala localmente en vehículos y en Metro
- Mantención de AA móvil

En el caso de la mantención, ésta corresponde a recarga de refrigerante a aire acondicionado instalado localmente y a sistemas que ya vienen en los vehículos importados.

3.2.2.2.1 Carga de AA fijo en vehículos y metro

En el primer uso mencionado, se conocen las importaciones del código arancelario 8415.2000 de unidades para instalar aire acondicionado en vehículos, para los cuales se estima una carga equivalente a la calculada para el AA que viene instalado en vehículos importados.

Para el caso de Metro, la estimación se realiza considerando que el consumo declarado por Metro, es tanto para la carga como para la mantención.

Tabla 3-52 Uso estimado en carga de equipos de AA Móvil, periododo 2010-2015 [kg de HFC]

Sustancia	Uso	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HFC-134a	AA Vehicular	8.619	7.859	6.261	5.470	3.665	3.185
	AA Metro	-	-	-	-	142	324
R-407C	AA Metro	-	-	284	676	1.308	265
Tot	al HFC	8.619	7.859	6.546	6.145	5.115	3.773

Fuente: Elaboración propia en estimaciones realizadas en la sección 4.4.4.2

3.2.2.2. Mantención

La tasa de mantención esperada para la sub-aplicación Aire Acondicionado Móvil se obtuvo del valor más alto del rango de las tasas de mantención recomendadas en las GL-2006 (IPCC, 2006a). La mantención esperada entonces para AA de vehículos es 20% y 15% para mantención de AA de Metro.





La cantidad de HFC utilizada para mantención de AA Móvil se estimó según metodología presentada en el capítulo 5.2 y en la Tabla 3-46 se presentan los resultados de esta estimación entre los años 2010 y 2015.

Tabla 3-53 Uso estimado en mantención de AA Móvil, periodo 2010-2015 [kg de HFC]

Sustancia	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HFC-134a	210.912	237.992	185.673	256.778	288.777	296.133
R-407C	-	-	60	370	1.260	745
Total HFC	210.912	237.992	185.733	257.148	290.038	296.878

Fuente: Elaboración propia a partir de estimaciones realizadas para el cálculo de emisiones

3.2.3 Otros Usos

Otros usuarios finales de HFC que no pertenecen a aplicaciones de RAA (Refrigeración y Aire Acondicionado) son la recarga de equipos para extinción de fuego (Mantención), fabricación de espumas de PU de celda cerrada (Carga Nuevo) y fabricación de aerosoles (Carga Nuevo).

3.2.3.1 Mantención de Sistemas para Extinción de Fuego

De acuerdo a (Unidad Ozono & ONUDI, 2017), el 15% del HFC-227ea importado es destinado a recargas de extintores, mientras la fracción restante se utiliza en sistemas de anegación.

Según las estimaciones realizadas para el cálculo de emisiones (cap. 5.4.5) se presenta el uso de HFC para mantención de la aplicación extinción de fuego en la

Tabla 3-54 Uso estimado en mantención de Extinción de Fuego, periodo 2010-2015 [kg de HFC]

Sustancia	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HFC-227ea	2.435	3.387	4.233	4.542	4.976	5.495
HFC-125	333	391	425	438	516	625
HFC-23	-	-	-	-	-	4
HFC-236fa	-	-	-	-	2	-
Total HFC	2.768	3.778	4.658	4.981	5.494	6.123

Fuente: Elaboración propia a partir de estimaciones realizadas para el cálculo de emisiones

3.2.3.2 Fabricación de Espumas

Los HFC utilizados para la fabricación de espumas rígidas de poliuretano entre los años 2010 y 2015 son el HFC-365mfc y la mezcla HFC-365mfc/HFC-227ea. Las importaciones de estos gases para uso como agente espumante se presentan en la Tabla 3-55.





Tabla 3-55 Importación como agente espumante para fabricación de espumas, periodo 2010-2015 [kg de HFC]

		-			
Sustancia	2010	2011	2013	2014	2015
HFC-365mfc	960	1.920	40.320	19.200	76.800
HFC-365mfc/HFC-227ea	-	-	-	-	19.200
Total HFC	960	1.920	40.320	19.200	96.000

Fuente: Servicio Nacional de Aduanas

El mayor importador de HFC para la elaboración de espumas es la empresa Ixom Chile S.A., antes Orica Chemicals o Química Anglo Chilena.

3.2.3.3 Fabricación de Aerosoles

En Chile, la producción de aerosoles alcanzó en 2014, los 24 millones de unidades. 56% fueron para cuidado personal, 23% para el cuidado del hogar, 8% para insecticidas y 6% para pinturas. ¹⁹ En la Figura 3-16 se muestra la evolución en la producción de aerosoles en Chile.

PRODUCCIÓN DE AEROSOLES PRODUCCIÓN DE AEROSOLES CHILE CHILE 30 3% 4% 56% Cuidado personal 25 24 23 23% Hogar 20 8% Insecticidas 15 6% Pinturas 10 3% Industrial / Aut. 4% Otros 2009 2010 2011 2012 2013

Figura 3-16 Evolución de la producción de aerosoles en Chile

Fuente: Cámara Chilena del Aerosol (CCA)

Según lo identificado en el análisis de las partidas arancelarias 29.03 (sustancias puras) y 38.24 (mezclas), el HFC-134a es la única sustancia utilizada en Chile para la elaboración de aerosoles.

Tabla 3-56 HFC utilizado para la fabricación de aerosoles en Chile, periodo 2010 – 2015 [kg de HFC]

Sustancia	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HFC-134a	16	70	32	1.116	39.090	190

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Servicio Nacional de Aduanas

El principal importador de HFC para uno como propelente en la fabricación de aerosoles es la empresa Du Pont Chile.

¹⁹ Fuente: http://aerosollarevista.com/2015/09/directorio-de-la-industria-del-aerosol-chile/ (ingreso: 26-04-2017)





3.2.4 Estimación de la distribución del HFC según Aplicaciones y Subaplicaciones

Para distribuir el uso del HFC total a granel en Chile se consideran dos usos generales: Nuevos y Mantención.

A partir de la información presentada en los dos capítulos anteriores (3.1 Descripción del mercado de los HFC y 3.2 Caracterización de los Usuarios Finales de HFC) y a través de la metodología de balance de masa presentada en la sección 5.2 (Definición del enfoque y nivel del inventario de emisiones) que utiliza también las estimaciones calculadas en el capítulo 4.3. y capítulo 4.4.

El Uso total de HFC corresponde a todo el HFC a granel utilizado en aplicaciones de RAA, Extinción de Fuego (mantención), Agente Espumante (fabricación) y aerosoles (fabricación), además del HFC contenido en productos importados (extinción de fuego, aerosoles, solventes y otros usos).

En la Figura 3-17 se presenta la estimación del uso de HFC por aplicaciones y tipo de uso, para el año 2015.

Tabla 3-57 Uso de sustancias a granel año 2015 por aplicación, sub-aplicación y tipo de uso [kg de HFC]

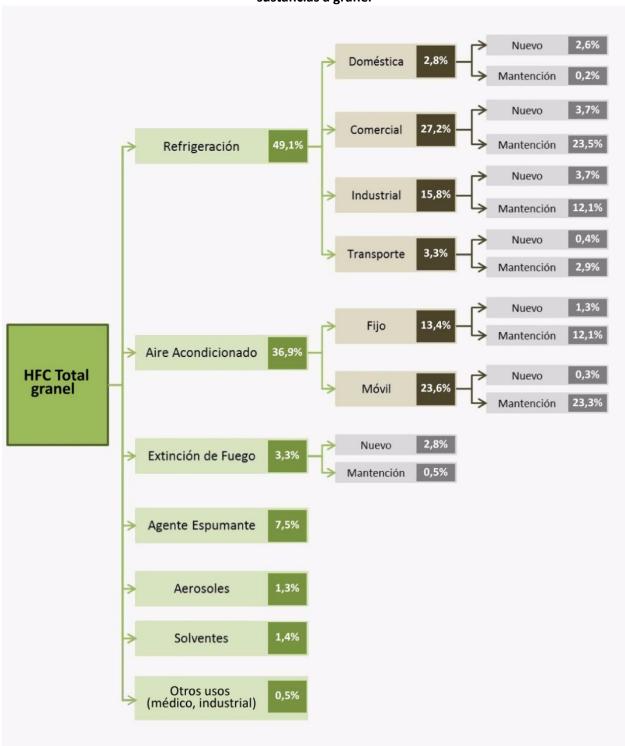
Aplicación	Sub-aplicación	Nuevo	Mantención	Total
Refrigeración	Doméstico	32.890	2.543	35.433
	Comercial	46.990	299.143	346.132
	Industrial	47.124	154.809	201.933
	Transporte	5.110	36.476	41.585
Aire Acondicionado	Fijo	16.269	153.905	170.174
	Móvil	3.773	296.878	300.651
Extinción d	e Fuego	41.986	35.862	41.850
Agente Esp	umante	96.000	96.000	84.480
Aeros	sol	16.370	16.370	15.922
Solver	nte	17.682	17.682	17.682
Otras Aplicaciones (N	lédico, Industrial)	6.320	6.320	6.440
Total Cons	olidado	683.944	948.775	1.274.267

Fuente: Estimaciones de uso realizadas para las distintas aplicaciones





Figura 3-17 Distribución porcentual del uso de HFC para el año 2015 en Chile, sólo considerando sustancias a granel

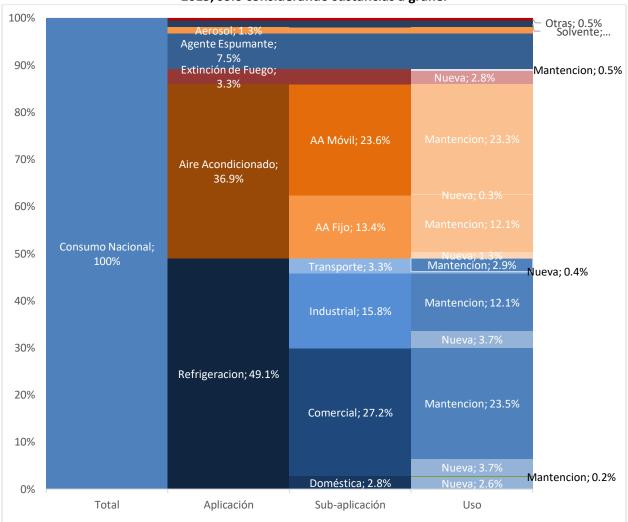


Fuente: Elaboración propia en base a estimaciones de uso realizadas para las distintas aplicaciones





Figura 3-18 Distribución del uso de HFC en Chile según aplicaciones y sub-aplicaciones para el año 2015, sólo considerando sustancias a granel



Fuente: Elaboración propia en base a estimaciones de uso realizadas para las distintas aplicaciones

Se observa que en los usos de RAA se concentra el 86% del uso total de HFC, con una distribución promedio de 14% del uso de HFC en "Nuevo" y 86% en "Mantención"

Cabe mencionar que hay un ínfimo porcentaje de uso en otras aplicaciones (médicas e industriales) correspondiente al 0,5% del total, que no fueron consideradas en el análisis de mercado debido a su baja relevancia.

3.3 Metodología para regionalización

Dado la atomicidad de los usuarios finales de los productos resulta imposible con la información disponible realizar la trazabilidad del consumo de sustancias, desde su importación hasta la





emisión a la atmósfera. Sin perjuicio de lo anterior, se pueden realizar supuestos a nivel de subaplicaciones en las que se utiliza un "proxy" para su distribución con un nivel de confianza alto.

Por ejemplo, no se sabe con certeza donde se distribuyen los refrigeradores importados con HFC en el país, y la incertidumbre es mayor respecto a en que regiones ocurren las fugas o liberaciones o donde terminan finalmente depositados los refrigeradores tras el fin de su vida útil. Sin embargo, se puede suponer que la distribución y el comportamiento de los refrigeradores domésticos es uniforme en todas las regiones y que estos son depositados en las regiones donde fueron utilizados. Bajo dicho supuestos bastaría con conocer la distribución de refrigeradores por región, la cual podría estar disponible en fuentes secundarias como la CASEN, censos, estadísticas de la cámara chilena de la refrigeración, estudios de consumo energético domiciliario, etc.

Sin embargo, existen sub-aplicaciones menos estandarizadas en cuyo caso será necesario realizar supuestos basados en el análisis de mercado desarrollado principalmente durante las entrevistas a los actores del mercado.

En la Tabla 3-58 se presenta una propuesta de los proxy o fuentes de los supuestos para realizar la regionalización de las emisiones. Cabe destacar que dicha propuesta es susceptible a ser modificada según la disponibilidad de información para el periodo de estudio, así como de nuevos supuestos realizados basados en posibles nuevos antecedentes.

Tabla 3-58 Proxy definido por sub-aplicación

Aplicación	Sub-aplicación	"Proxy" o fuente supuesto	Detalle considerado
	Doméstica	Viviendas por región – CASEN	CASEN -2013
Refrigeración	Comercial	Superficies de supermercado por región (INE)	INE, anualmente para periodo 2008-2014
Kerrigeracion	Industrial	ENIA - Grandes industrias	ENIA - 2013
	Transporte	Fabricación más de 200 empleados.	
Aire Acondicionado	Estacionario	Viviendas por región – CASEN	CASEN - 2013
Aire Acondicionado	Móvil	Parque vehicular del INE	INE – Parque
Aganta Espumanta	Celda abierta	Viviendas por región – CASEN	n/a
Agente Espumante	Celda cerrada	Viviendas por region – CASEN	CASEN - 2013
Aerosoles	Médico	Población regional – CASEN	CASEN - 2013
Aerosoles	No médico	Poblacion regional – CASEN	CASEN – 2013
Solventes	Limpieza	Distribución grandes industrias	ENIA - 2013
Extinción de fuego	Extinción de fuego	Población regional – CASEN	CASEN - 2013
Otras Aplicaciones	Uso Medico	Población regional – CASEN	CASEN - 2013
Oti as Aplicaciones	Uso Industrial	Distribución grandes industrias	ENIA - 2013

Fuente: Elaboración propia

La ecuación para la aplicación de la metodología, sería la siguiente:





Ecuación 3-1 Distribución proxy regional en base a proxy

$$Distribucion \ Proxy_{region}[\%] = \frac{Proxy_{region}}{\sum_{región} Proxy_{region}}$$

Donde,

 $Proxy_{region}$: Valor regional del proxy seleccionado (ver Tabla 3-58). Ejemplo, población por región.

 $\sum_{región} Proxy_{region}$: Valor nacional del proxy seleccionado. Ejemplo, población nacional.

De esta forma, el consumo regional queda definido con la siguiente ecuación:

Ecuación 3-2 Distribución de información por región en base a distribución proxy regional $InformaciónHFC_{región} = InformaciónHFC_{nacional} * Distribucion Proxy_{region}[\%]$

Donde,

 $InformaciónHFC_{nacional}$: Corresponde a la información agregada a nivel nacional que se quiera desagregar a nivel regional.

 $Informaci\'on HFC_{regi\'on}$: Informaci\'on desagregada a nivel regional, que tendrá misma unidad





4. Estimación del consumo de HFC a granel, y productos/equipos asociados

De acuerdo a los antecedentes recolectados tanto de entrevistas a los actores del mercado como de información secundaria, y estudios encargados previamente por la Unidad Ozono del MMA, no existiría ni producción ni destrucción de HFC en el territorio nacional. De esta forma el consumo estaría dado por la diferencia entre las importaciones y exportaciones de estas sustancias, tanto a granel como dentro de productos o equipos.

La principal fuente de información para la determinación del consumo de HFC y productos/equipos asociados, corresponde a las bases de datos del Servicio de Aduanas. Para ello, se utilizó el convenio con que cuenta el MMA con el Servicio Nacional de Aduanas para realizar una solicitud al MMA para que este haga las gestiones con el Servicio Nacional de Aduanas el 27 de Octubre del 2016, en ella se solicitó la información en bruto para determinados aranceles (ver Tabla 4-1), para las operaciones de importación y exportación neta: 101, 105, 118, 151, 165 y 200, para el periodo 1990-2015.

Se decidió realizar la solicitud a nivel de partida arancelaria, en lugar de una solicitud más detallada a nivel de sub-partida, para poder identificar aquellas importaciones o exportaciones realizadas erróneamente en sub-partidas que no corresponden. El análisis posterior de la información recibida demostró que efectivamente existen ciertos movimientos en la información del Servicio Nacional de Aduanas que quedan registrados en sub-partidas que no corresponde, aunque se destaca que el grueso de las operaciones se realiza de forma correcta.





Tabla 4-1 Partidas arancelarias solicitadas

	Tabia 4-1 Partidas aranceiarias solicitadas	
Partida Arancel aria	Descripción	Potenciales productos con HFC
29.03	Derivados halogenados de los hidrocarburos	Sustancias a granel
30.04	Medicamentos (excepto los productos de las partidas arancelarias 3002, 3005 ó 3006) constituidos por productos mezclados o sin mezclar, preparados para usos terapéuticos o profilácticos, dosificados (incluidos los administrados por vía transdérmica) o acondicionados	MDIs
38.13	Preparaciones y cargas para aparatos extintores; granadas y bombas extintoras	Equipos para la protección del fuego
38.14	Disolventes y diluyentes orgánicos compuestos, no expresados ni comprendidos en otra parte; preparaciones para quitar pinturas o barnices	Solventes
38.24	Preparaciones aglutinantes para moldes o núcleos de fundición; productos químicos y preparaciones de la industria química o de las industrias conexas, incluidas las mezclas de productos naturales, no expresados ni comprendidos en otra parte	Sustancias a granel
39.09	Resinas amínicas, resinas fenólicas y poliuretanos, en formas primarias	Agente espumante
84.15	Máquinas y aparatos para acondicionamiento de aire que comprenden un ventilador con motor y los dispositivos adecuados para modificar la temperatura y la humedad, aunque no regulen separadamente el grado higrométrico	AAs Fijo y móvil
84.18	Refrigeradores, congeladores y demás material, máquinas y aparatos para producción de frío, aunque no sean eléctricos; bombas de calor (excepto las máquinas y aparatos para acondicionamiento de aire de la partida arancelaria 8415)	Refrigeradores Congeladores
84.76	Máquinas automáticas para la venta de productos (por ejemplo: sellos [estampillas], cigarrillos, alimentos, bebidas), incluidas las máquinas de cambiar moneda	Dispensadores refrigerados
86.01	Locomotoras y locotractores de fuente externa de electricidad o acumuladores eléctricos	AA móvil
86.02	Las demás locomotoras y locotractores; ténderes	AA móvil
87.02	Vehículos automóviles para transporte de diez o más personas, incluido el conductor	AA móvil
87.03	Automóviles de turismo y demás vehículos automóviles concebidos principalmente para transporte de personas (excepto los de la partida arancelaria 8702), incluidos los del tipo familiar (break o station wagon) y los de carreras	AA móvil
87.04	Vehículos automóviles para transporte de mercancías	AA móvil
87.05	Vehículos automóviles para usos especiales (excepto los concebidos principalmente para transporte de personas o mercancías) [por ejemplo: coches para reparaciones (auxilio mecánico), camiones grúa, camiones de bomberos, camiones hormigonera, coches barre	AA móvil
Con foots	de 27 de Octubre de 2016, se solicité la información de todos los registros para el r	1 1000 2017

Con fecha de 27 de Octubre de 2016, se solicitó la información de todos los registros para el periodo 1990-2015, para las operaciones de importación y exportación neta: 101, 105, 118, 151, 165 y 200.

Fuente: En base a Arancel Aduanero Chileno (Servicio Nacional de Aduanas, n.d.)





La información recibida se resume en la Tabla 4-2. Se observa que la información fue recibida en dos entregas, y se destaca que no existe uniformidad respecto a los periodos de información disponibles para el análisis del consultor. Por ejemplo, para la partida arancelaria 30.04 no se entregó información respecto a las importaciones para antes del año 2008, mientras que para las exportaciones sólo se cuenta con información para el periodo 2003-2010. Para la partida arancelaria 86.01 no se cuenta con información por parte de Aduanas para importaciones, sin tener claridad de si se trata de que no hubo importaciones en el periodo o no se logró recopilar la información recibida.

Tabla 4-2 Información recibida

Arancel	Años Imp.	Años Exp.
29.03 - Derivados Halogenados de los Hidrocarburos	1999-2016	2001-2015
38.24 - Preparaciones aglutinantes; Productos químicos	1998-2015	2001-2015
84.15 - Aparatos para acondicionamiento de aire	1999-2015	2001-2015
84.18 - Refrigeradores, congeladores y demás	1998-2015	2001-2015
84.76 - Máquinas automáticas para la venta de productos	1999-2015	2001-2015
30.04 - Medicamentes dosificados o acondicionados	2008-2015	2001-2010
38.13 - Preparaciones y cargas para extintores	1999-2015	2001-2015
38.14 - Disolventes y diluyentes orgánicos	1999-2015	2001-2015
39.09 - Resinas amínicas, Resinas fenólicas y Poliuretanos	1998-2015	2001-2015
86.01 - Locomotoras y Locotractores	-	2006-2015
86.02 - Los demás locomotoras y locotractores	1999-2015	2002-2015
87.02 - Vehículos automóviles para transporte de 10 o más personas	1999-2015	2001-2015
87.03 - Vehículos automóviles para transporte de personas	1999-2015	2001-2015
87.04 - Vehículos automóviles para transporte de mercancías	2000-2015	2001-2015
87.05 - Vehículos automóviles para usos especiales	1999-2015	2001-2015

En rojo: Información recibida el 19 de diciembre del 2016 En azul: Información recibida el 24 de enero del 2017

Fuente: Elaboración propia en base a información recibida desde Servicio Nacional de Aduanas

De acuerdo al Servicio Nacional de Aduanas de Chile²⁰, "la información tanto de importaciones desde 1990 a 1998, como de exportaciones de 1990 a 2000 no se encuentra sistematizada, por lo que no puede ser enviada".

En los resultados presentados en el presente informe sólo se presentan la fracción de las sustancias que corresponde a HFC, por ejemplo, el R-402A se compone por la mezcla de HFC-125/HC-290/HCFC-22 (60,0/2,0/38,0), de estas sustancias sólo la fracción correspondiente al HFC-125 es contabilizado, es decir, un 60%.

²⁰ Información compartida por la contraparte al equipo consultor en un correo con fecha del 25 de enero del 2017.





4.1 Importación y exportaciones de sustancias puras y mezclas, a granel

En esta sección se consideran las importaciones y exportaciones de sustancias en forma de granel de las partidas arancelarias 29.03: "Derivados halogenados de los hidrocarburos" y 38.24: "Preparaciones aglutinantes para moldes o núcleos de fundición; Productos químicos y preparaciones de la industria química o de las industrias conexas, incluidas las mezclas de productos naturales, no expresados ni comprendidos en otra parte" ²¹. En la primera viene la mayoría de las sustancias puras (sin mezclar con otros gases), mientras que la segunda contiene principalmente sustancias en forma de mezcla, ya sea con otros HFC, HCFC o hidrocarburos. A partir de dicha información, es posible estimar el consumo de dichas sustancias a granel, determinado como la diferencia anual entre las importaciones y las exportaciones.

Las partidas arancelarias 29.03 y 38.24 fueron revisadas exhaustivamente utilizando los campos "Mercancía Declarada" y los otros seis campos de información que describen a la mercancía, como principal insumo para definir tanto el tipo de sustancia como las aplicaciones en caso de ser declarada²². Asimismo, se cuantificó con base al campo "Cantidad de Mercancía en kilos netos". Se optó por una revisión exhaustiva de los registros, pues en la revisión preliminar de la partida arancelaria se identificaron registros cuya descripción no coincidía con la sub-partida asignada.

La base de datos con la información ya procesada de las partidas arancelarias 29.03 y 38.24, tanto de importaciones como exportaciones, se encuentra en el anexo digital: "Anexo 1 – BD Sustancias a Granel"²³. Cabe destacar que se realizó la comparación entre los resultados del ejercicio realizado con resultados previos provistos por la contraparte para las siete sustancias con mayores importaciones²⁴, observándose una diferencia de 0,9% respecto al total de las importaciones.

4.1.1 Importaciones

Se realizó una revisión utilizando un método de búsqueda por palabras claves, sistema con el cual se identificaron 31 sustancias con HFC (nueve sustancias puras y 22 mezclas) que ingresaron al país en el periodo 1999-2015.

Todas las mezclas de sustancias que contienen HFC pueden ser analizadas según sus componentes puros. Dentro de las mezclas, además de los HFC, se pueden encontrar otros

²¹ Dada la importancia de las importaciones a granel, las partidas arancelarias fueron revisada integralmente, no solamente los códigos arancelarios correspondientes a sustancias con HFC.

²² En cerca del 80% de las sustancias importadas fue posible identificar la aplicación en la que será utilizada.

²³ Se destaca que dicho documento contabiliza el total de la sustancia a diferencia de los resultados presentados en el informe donde sólo se contabiliza la fracción HFC. Se debe filtrar por las operaciones de interés en el campo "TPO_DOCTO".

²⁴ HFC-134a, R-507, R-404A, R-410A, HFC-365mfc, R-407C y HFC-227ea.





tipos de sustancias como HCFC, CFC, HC y FC. En la Tabla 4-3 se presenta la composición para cada una de las mezclas identificadas como importadas en el periodo 1999-2015, destacando la fracción que corresponde a HFC.

Tabla 4-3 Detalle de la composición másica de las sustancias mezclas importadas en el periodo 1999-2015

Mezcla	Composición según masa [%]	Composición HFC [%]
R-401B	HCFC-22/HFC-152a/HCFC-124 (61,0/11,0/28,0)	11,0
R-402A	HFC-125/HC-290/HCFC-22 (60,0/2,0/38,0)	60,0
R-402B	HFC-125/HC-290/HCFC-22 (38,0/2,0/60,0)	38,0
R-404A	HFC1-25/HFC-143a/HFC-134a (44,0/52,0/4,0)	100,0
R-407C	HFC-32/HFC-125/HFC-134a (23,0/25,0/52,0)	100,0
R-407F	HFC-32/HFC-125/HFC-134a (30,0/30,0/40,0)	100,0
R-408A	HFC-125/HFC-143a/HCFC-22 (7,0/46,0/47,0)	53,0
R-410A	HFC-32/HFC-125 (50,0/50,0)	100,0
R-413A	FC-218/HFC-134a/HC-600a (9,0/88,0/3,0)	88,0
R-417A	HFC-125/HFC-134a/HC-600 (46,6/50,0/3,4)	96,6
R-422D	HFC-125/HFC-134a/HC-600a (65,1/31,5/3,4)	96,6
R-425A	HFC-32/HFC-134a/HFC-227ea (18,5/69,5/12,0)	100,0
R-427A	HFC-32/HFC-125/HFC-143a/HFC-134a (15,0/25,0/10,0/50,0)	100,0
R-437A	HFC-125/HFC-134a/HC-600/HC-601 (19,5/78,5/1,4/0,6)	98,0
R-438A	HFC-32/HFC-125/HFC-134a/HC-600/HC-601 (8,5/45/44,2/1,7/0,6)	97,6
R-503	HFC-23/CFC-13 (40,1/59,9)	40,1
R-507A	HFC-125/HFC-143a (50,0/50,0)	100,0
R-508B	HFC-23/FC-116 (46,0/54,0)	46,0
Chesterton 296	HFC-134a/HFC-365mfe/HFC-245fa/Isopropanol (45,0/25,0/25,0/5,0)	95,0
Isceon 89	HFC-125/FC-218/HC-290 (86,0/9,0/5,0)	86,0
LPS 416	HFC-134a/otros no HFC (45,0/55,0)	45,0
HFC-365mfc/ HFC-227ea	HFC-365mfc/HFC-227ea (93,0/7,0)	100,0
Genesolv ST	HFC-245fa/ otros no HFC (0,65/0,35)	65,0

Fuente: En base a NCh 32(IP41 (INN & MMA, 2011) y fichas de seguridad de mezclas faltantes

La Figura 4-1 presenta las importaciones de sustancias con HFC en el periodo 1999 al 2015, destacándose las 7 sustancias principales. En ella se observa una clara tendencia de crecimiento de las importaciones de dichas sustancias, pasando desde 89 toneladas netas importados el año 1999 a 1.257 toneladas netas importadas el año 2015. Lo anterior equivale a un crecimiento anual promedio de 18,0% en las importaciones. Si bien las importaciones no son estrictamente crecientes en el tiempo, habiendo casos específicos en que las importaciones de un año son inferiores a las del año inmediatamente anterior (2002, 2012, 2015), estos casos responderían a contingencias puntuales y no son una tendencia.





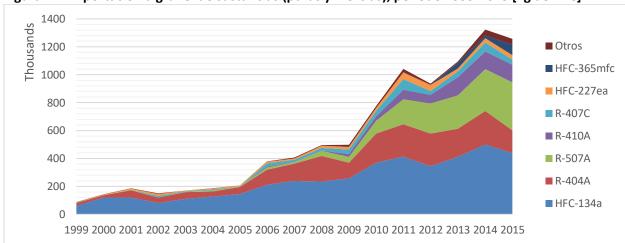


Figura 4-1 Importación a granel de sustancias (puras y mezclas), periodo 1999-2015 [kg de HFC]

Fuente: Elaboración propia en base a partidas arancelarias 29.03 y 38.24

La Figura 4-2 funciona como cortes transversales para determinados años de las importaciones mostradas en la Figura 4-1, los cuales permiten observar la composición de las importaciones para cada uno de los años seleccionados. Destaca la relevancia del HFC-134a en todos los años, el cual, a pesar de tener una tendencia al alza en sus niveles de importación, ha perdido importancia relativa frente al avance del volumen de importación de las otras sustancias con HFC. A pesar de esto, al año 2015, el HFC-134a sigue siendo el gas con mayores importaciones, con volúmenes en torno a la media tonelada neta de sustancia importada.



■ HFC-134a

84%



35%

seleccionados 100% 90% 80% 70% 60% 50% 40% 30% 20% 10% 0% Año 2000 Año 2005 Año 2010 Año 2015 Otros 2% 0% 2% 3% ■ HFC-365mfc 0% 0% 0% 6% ■ HFC-227ea 3% 3% 3% 3% ■ R-407C 0% 5% 3% 2% ■ R-410A 0% 0% 10% 4% ■ R-507A 0% 1% 12% 27% ■ R-404A 10% 23% 27% 13%

Figura 4-2 Distribución de importaciones a granel por sustancias (puras y mezclas) para años

Fuente: Elaboración propia en base a partidas arancelarias 29.03 y 38.24

48%

70%

El detalle numérico de las importaciones para las 31 sustancias identificadas se presenta en las Tabla 4-4, Tabla 4-5, Tabla 4-6 y Tabla 4-7²⁵. En ellas se observa que no todas las sustancias son importadas de forma regular, por ejemplo, el año 2015 se importaron un total de 17 sustancias con HFC distintas, siendo el año con mayor número de sustancias con HFC distintas, al igual que los años 2010 y 2011. De las 31 sustancias, hay diez que sólo son importadas un año del periodo estudiado: HFC-245fa, HFC-43-10mee, Isceon 89²⁶, R-401B, R-402B, R-407F, R-425A, R-427A, R-437A y R-503

Al analizar los resultados es relevante considerar los efectos de sustitución entre las distintas sustancias, implicando que una misma aplicación puede utilizar distintas sustancias con HFC u otras sustancias sin HFC. Por ejemplo, tanto el R-438A como el R-417A son sustancias diseñadas como reemplazantes del HCFC-22 en aplicaciones de refrigeración y aire acondicionados. Asimismo, efectos de mercado, como variaciones de precio, disponibilidad de la oferta y el aumento de la demanda, así como la elaboración de nuevas mezclas han afectado los resultados obtenidos.

²⁵ Se presentan detalles numéricos para, respectivamente: sustancias puras, sustancias mezcladas, mezclas según componentes y sustancias puras consolidadas.

²⁶ Sin denominación ASHRAE 34. Se han identificado ciertas sustancias que no tienen denominación ASHRAE, en cuyo caso se utiliza su nombre comercial: Isceon 89, Chesterton 296, LPS416 y Genesolv ST





En la Tabla 4-4 se presentan las importaciones de sustancias puras, en ella se puede observar que la principal sustancia pura importada es el HFC-134a, que corresponde a 78,4% de las importaciones de sustancias puras totales en 2015, mientras que las siguientes dos sustancias con mayor relevancia son el HFC-365mfc (13,8% en el 2015) y el HFC-227ea (5,8% en el 2015). En los últimos ocho años, se puede apreciar un nivel constante de importación de HFC-125, HFC-134a, HFC-152a, HFC-227ea y HFC-365mfc, con la excepción de que este último no fue importado el año 2012. El crecimiento medio anual de la importación de sustancias puras en el periodo de análisis es de 14,8%.

Tabla 4-4 Importación a granel de sustancias puras, periodo 1999-2015 [kg de HFC]

Sustancia	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HFC-125					5	1.000		1.292	3.676	3.712	6.029	1.867	3.273	2.151	1.100	4.414	6.045
HFC-134a	59.746	120.961	119.200	80.590	111.094	126.047	146.105	210.555	240.183	233.849	256.990	369.900	414.342	344.469	411.000	500.941	437.964
HFC-152a				689				345		845	2.459	3.182	1.529	976	3.651	1.982	4.760
HFC-227ea	1.714	4.110	5.877	11.795	4.548	6.787	6.930	9.800	9.820	14.275	20.068	21.269	46.658	43.818	20.001	30.047	32.511
HFC-23									17		5		46	135	25		279
HFC-236fa				81												27	
HFC-245fa									18								
HFC-365mfc									8	975	960	960	1.920		40.320	19.200	76.800
HFC-43-10mee					27												
Total	61.461	125.070	125.078	93.156	115.673	133.833	153.036	221.991	253.722	253.657	286.511	397.179	467.768	391.549	476.096	556.611	558.359

Fuente: Elaboración propia en base a partidas arancelarias 29.03 y 38.24





En la Tabla 4-5 se presenta las importaciones de sustancias como mezclas, en ella se puede observar que tres sustancias representan un 90,7% del total de las importaciones de sustancias mezcladas con HFC: el R-507A, que corresponde a 49,1% de las importaciones de sustancias mezcladas totales en 2015, seguido por el R-404A con 23,5% y el R-410A con 18,0%. En los últimos siete años, se puede apreciar un nivel constante de importación de R-404A, R-407C, R-408A, R-410A y R-507A, a excepción del R-408A²⁷ que no fue importado el año 2013. El crecimiento medio anual de la importación de sustancias mezcladas en el periodo de análisis es de 22,4%.

Tabla 4-5 Importación a granel de mezclas, periodo 1999-2015 [kg de HFC]

				I abia +	Jillipoi	tacion a	graniciu	CHICZCIC	is, perio	uo 1333-	בטבט נוענ	s ue ili c	J				
Sustancia	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
R-401B	30																
R-402A	784		1.176	588		147		330				880	1.465				
R-402B									90								
R-404A	21.926	14.849	53.565	39.009	47.549	38.445	48.506	109.163	122.178	185.245	112.136	209.456	230.161	234.749	201.848	239.044	164.412
R-407C	3.337	460	526	11.932	6.308	6.805	3.278	24.234	14.643	19.328	32.098	39.051	75.485	26.598	43.235	64.352	36.052
R-407F																	907
R-408A	1.386	3.235	3.235	3.235			289	288	289		2.584	3.813	2.542	3.928		693	2.253
R-410A								5.805	3.618	2.825	19.381	31.604	70.299	61.227	130.503	128.686	125.809
R-417A						33						1.178	3.904		548	8.759	5.349
R-422D												24					876
R-425A																13.680	
R-427A													9.072				
R-437A																1.791	
R-438A															1.331	11.533	454
R-503	2																
R-507A			3.928	1.019	1.587	6.749	2.489	16.451	9.506	34.763	42.448	90.649	178.936	215.664	237.616	298.298	343.283
R-508B						2	4		4	8		10	25			24	24
Isceon 89												14					
HFC-365mfc/									15								19.200
HFC-227ea									15								13.200
Chesterton 296								1.049	859	236	1.108	24	244	531			
LPS 416						162	198	309	687	785	1.804	1.784	1.267	1.467	2.497		
Genesolv ST							29	118									
Total	27.466	18.545	62.430	55.783	55.444	52.344	54.794	157.747	151.888	243.190	211.559	378.484	573.400	544.164	617.579	766.859	698.619

Fuente: Elaboración propia en base a partidas arancelarias 29.03 y 38.24

²⁷ Si bien el R-408A ha sido importado regularmente, la magnitud de sus importaciones son muy menores a las importaciones de las otras sustancias.





En la Tabla 4-6 se presenta las importaciones de mezclas de acuerdo a su composición en sustancias puras, en ella se puede observar que la principal componente de las sustancias mezcladas importadas es el HFC-125, que corresponde a 45,8% de las importaciones de las componentes de las sustancias mezcladas totales en 2015, seguido por el HFC-143a con 37,1%. En todo el periodo de estudio, se puede apreciar un nivel constante de importación de las componentes HFC-125, HFC-134a, HFC-143a y HFC-32.

Tabla 4-6 Importación a granel de mezclas según composición, periodo 1999-2015 [kg de HFC]

Sustancia	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HFC-125	11.449	7.076	27.267	21.671	23.292	22.155	23.445	65.586	64.109	105.134	88.620	165.031	250.711	248.903	284.559	344.745	319.850
HFC-134a	2.612	833	2.416	7.765	5.182	5.256	3.843	17.774	13.596	18.357	23.505	31.097	56.398	24.939	33.939	63.718	28.946
HFC-143a	12.605	10.530	32.626	23.602	25.519	23.366	26.718	65.241	68.536	113.709	81.777	157.551	212.265	233.311	223.769	274.054	259.091
HFC-152a	30																
HFC-227ea									1							1.642	1.344
HFC-23	2					2	4		4	8		10	25			24	24
HFC-245fa							29	394	226	62	292	6	64	140			
HFC-32	768	106	121	2.744	1.451	1.565	754	8.476	5.177	5.858	17.073	24.784	53.872	36.731	75.311	82.678	71.508
HFC-								276	240	62	292	6	64	140			17.856
365mfc								270	240	02	232	U	04	140			17.830
Total	27.466	18.545	62.430	55.783	55.444	52.344	54.794	157.747	151.888	243.190	211.559	378.484	573.400	544.164	617.579	766.859	698.619

Se considera la composición de cada una de las mezclas (ver Tabla 4-3). Por ejemplo, 1 kg de R-507A, se considera que está compuesto por 0,5 kg de HFC-125 y 0,5 kg de HFC-143a.

Fuente: Elaboración propia en base a partidas arancelarias 29.03 y 38.24





En la Tabla 4-7 se presenta las importaciones por sustancia pura, considerando tanto las sustancias puras (Tabla 4-4) composición de las mezclas importadas (Tabla 4-6). Se puede observar que la principal sustancia pura importada del total es el HFC-134a, que en 2015 corresponde a 37,1% de las importaciones, seguido por el HFC-125 con 25,9% y por el HFC-134a con 20,6%.

Tabla 4-7 Consolidado de importaciones a granel de sustancias puras y contenidas en mezclas, periodo 1999-2015 [kg de HFC]

Sustancia	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HFC-125	11.449	7.076	27.267	21.671	23.297	23.155	23.445	66.878	67.785	108.846	94.649	166.898	253.984	251.055	285.659	349.158	325.895
HFC-134a	62.359	121.794	121.616	88.355	116.276	131.303	149.948	228.329	253.778	252.206	280.495	400.998	470.740	369.408	444.939	564.659	466.910
HFC-143a	12.605	10.530	32.626	23.602	25.519	23.366	26.718	65.241	68.536	113.709	81.777	157.551	212.265	233.311	223.769	274.054	259.091
HFC-152a	30			689				345		845	2.459	3.182	1.529	976	3.651	1.982	4.760
HFC-227ea	1.714	4.110	5.877	11.795	4.548	6.787	6.930	9.800	9.821	14.275	20.068	21.269	46.658	43.818	20.001	31.689	33.855
HFC-23	2					2	4		21	8	5	10	72	135	25	24	303
HFC-236fa				81												27	
HFC-245fa							29	394	244	62	292	6	64	140			
HFC-32	768	106	121	2.744	1.451	1.565	754	8.476	5.177	5.858	17.073	24.784	53.872	36.731	75.311	82.678	71.508
HFC-								276	248	1.037	1.252	966	1.984	140	40.320	19.200	94.656
365mfc								270	240	1.037	1.232	500	1.564	140	40.320	15.200	54.050
HFC-43-					27												
10mee					21												
Total	88.926	143.615	187.508	148.939	171.118	186.178	207.830	379.738	405.611	496.847	498.070	775.663	1.041.168	935.714	1.093.674	1.323.470	1.256.978

Fuente: Elaboración propia en base a partidas arancelarias 29.03 y 38.24





La Figura 4-3 presenta las importaciones de sustancias con HFC según su composición, es decir, los datos de la Tabla 4-7. En ella se observa la relevancia de HFC-134a especialmente durante la primera década. A partir de mediados de la década del 2000 se observa un crecimiento sostenido del HFC-125 y HFC-143a, relacionado a la importación de sustancias como el R-404A y el R-507A. Este crecimiento es tal que al año 2015 tanto el HFC-125 como el HFC-143a representan más del 20% de las sustancias importadas (ver distribución para años seleccionados en la Figura 4-4). También es destacable el crecimiento que han tenido en los últimos años el HFC-365mfc y el HFC-32, llegando a 6 y 7% de las importaciones del 2015, cuando 10 años antes, en el 2005, no eran observables dentro de la torta de importaciones.

periodo 1999-2015 [kg de HFC]

1400
1200
1000
800
HFC-227ea

HFC-32

HFC-365mfc

HFC-143a

HFC-125

1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015

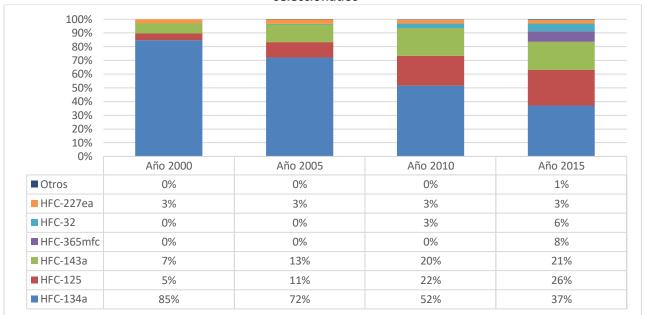
Figura 4-3 Consolidado de importaciones a granel de sustancias puras y contenidas en mezclas, periodo 1999-2015 [kg de HFC]

Fuente: Elaboración propia en base a partidas arancelarias 29.03 y 38.24 de Aduanas





Figura 4-4 Distribución de importaciones a granel de sustancias puras consolidadas, para años seleccionados



Fuente: Elaboración propia en base a partidas arancelarias 29.03 y 38.24





4.1.2 Exportaciones

Utilizando el mismo método de búsqueda por palabras claves en los registros de información provistos por el Servicio Nacional de Aduanas para las partidas arancelarias 29.03 y 38.24, se identificaron 11 sustancias con HFC distintas exportada desde el país en el periodo 2001-2015²⁸.

La Figura 4-5 presenta las exportaciones de sustancias con HFC identificadas. Se observa que las exportaciones son significativamente menores a las importaciones. En el periodo 2001-2015 se exportaron un total de 88,9 toneladas netas de sustancias, en comparación con las 9.108,5 toneladas importadas en el mismo periodo, representan un 0,98%. Por lo demás, no se observa ninguna tendencia en los volúmenes exportados, existiendo intermitencia en las exportaciones para todas las sustancias.

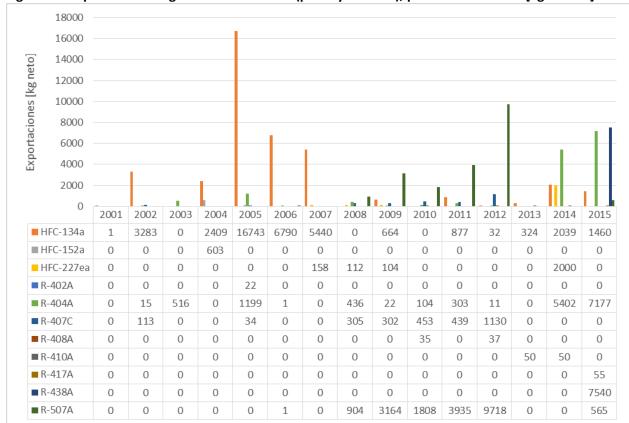


Figura 4-5 Exportaciones a granel de sustancias (puras y mezclas), periodo 2001-2015 [kg de HFC]

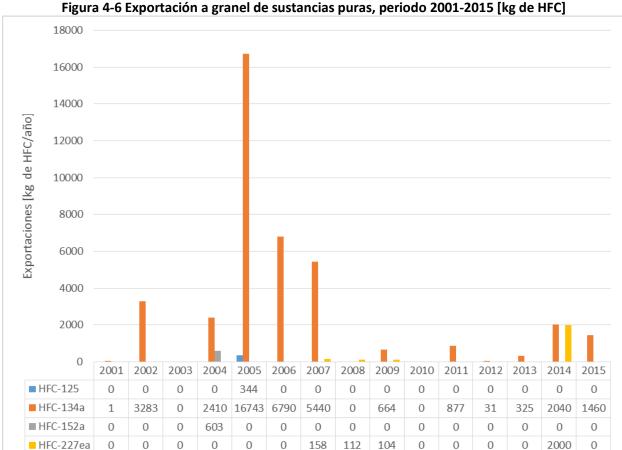
Fuente: Elaboración propia en base a partidas arancelarias 29.03 y 38.24

²⁸ Se destaca que para las importaciones se contaba con información para el periodo 1999-2015





En la Figura 4-6 se presenta las exportaciones de sustancias puras en el periodo de información, en ella se puede observar que la principal sustancia pura exportada es el HFC-134a, que corresponde al 100,0% de las exportaciones de sustancias puras totales en 2015, mientras que en el periodo estudiado la exportación de esta sustancia pura ha presentado fluctuaciones, pero regularmente es la sustancia pura más exportada.

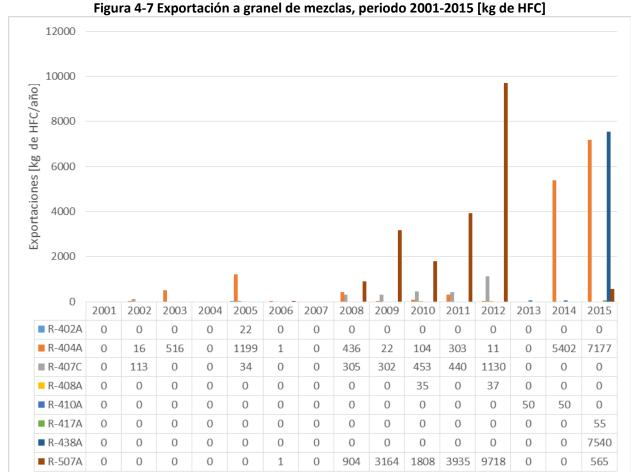


Fuente: Elaboración propia en base a partidas arancelarias 29.03 y 38.24





En la Figura 4-7 se presenta las exportaciones a granel de sustancias en forma de mezcla. Se puede observar que la principal sustancia mezclada exportada en el año 2015 es el R-438A, que corresponde a 49,2% de las exportaciones de sustancias mezcladas totales de 2015, seguido por el R-404A con 46,8%. Sin embargo, el R-438A no fue exportado nunca más en el periodo de estudio, existen tres mezclas que son exportadas con cierta regularidad el R404A, el R-407C y el R-507A. En general, las mezclas han sido exportadas de forma fluctuante respondiendo a puntualidades.

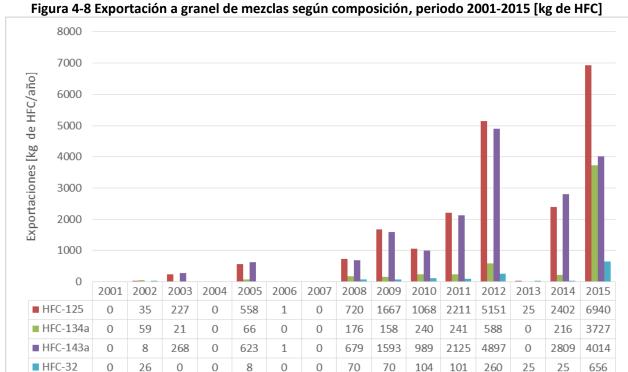


Fuente: Elaboración propia en base a partidas arancelarias 29.03 y 38.24





En la Figura 4-8 se presentan las exportaciones a granel de las mezclas según sus componentes en sustancias puras. Se puede observar que el año 2015 la principal componente de las sustancias mezcladas exportadas es el HFC-125, que corresponde a 45,2% de las exportaciones de las componentes de las sustancias mezcladas totales en dicho año, seguido por el HFC-143a con 26,2% y HFC-134a con 24,3%, lo anterior responde a las exportaciones de R-404A y R-438A que se componen de dichas sustancias puras.



Fuente: Elaboración propia en base a partidas arancelarias 29.03 y 38.24





En la Figura 4-9 se presenta el consolidado de sustancias puras considerando tanto las exportaciones de sustancias puras, como la composición de las mezclas. Se puede observar que la principal sustancia pura exportada del total en 2015 es el HFC-125, que corresponde a 41,3% de las exportaciones, seguido por el HFC-134a con 30,9% y por el HFC-143a con 23,9%.

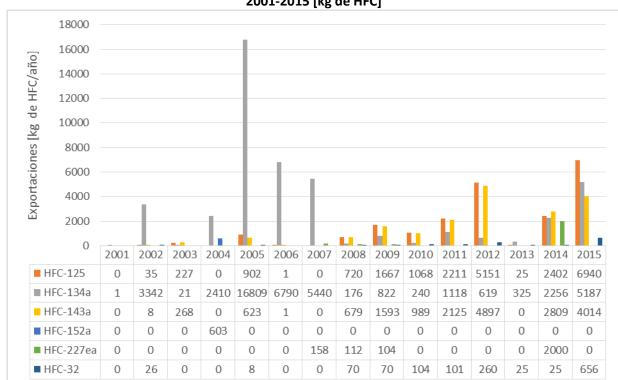


Figura 4-9 Consolidado de exportación a granel de sustancias puras y contenidas en mezcla, periodo 2001-2015 [kg de HFC]

Fuente: Elaboración propia en base a partidas arancelarias 29.03 y 38.24

4.1.3 Consumo de sustancia a granel

Al ser las importaciones significativamente mayores a las exportaciones, el consumo²⁹ está determinado principalmente por las importaciones de las sustancias con HFC a granel. Esto es observable en los anexos en la Tabla 9-1 y en la Tabla 9-2³⁰, donde para cada gas se presentan los resultados anuales para las importaciones, exportaciones y consumo.

Los resultados numéricos son adjuntados también de forma digital en el "Anexo 3 – BD Resultados HFC" en la pestaña "BD Granel", en ellos se encuentran las bases de datos que contienen la información de importación, exportación, con los cuales se puede obtener el

²⁹ El consumo es entendido como la diferencia entre las importaciones y las exportaciones.

³⁰ Se presentan dos tablas sólo por espacio. Se recuerda que los resultados presentados sólo consideran la fracción HFC de cada una de las sustancias





consumo, para cada año y sustancia. El mismo anexo también contiene la información desagregada por la composición de las mezclas en sustancias puras.

En la Figura 4-10 se presenta un resumen de las sustancias, destacando las siete sustancias con mayor consumo en el periodo y agrupando los consumos de las restantes 24 sustancias de menor consumo. Resulta interesante observar ciertas tendencias que se dieron como una disminución del consumo en el año 2009 producto de la caída en el consumo del R-404A. Lo anterior se explicaría por la crisis económica a nivel global que se tradujo en una contracción de la actividad industrial y comercial, directamente relacionadas con dicha sustancia.

En dicha figura se aprecia un crecimiento en el consumo anual que va desde 88,9 toneladas netas para el año 1999 hasta 1.240 toneladas netas en el año 2015. Lo anterior es equivalente a una tasa promedio de crecimiento de 17,9%, levemente inferior a la tasa de crecimiento de las importaciones (18,0%).

Si bien el HFC-134a es la sustancia con mayor nivel de consumo en todos los años del periodo observado, es relevante destacar que esta presenta una tasa de crecimiento anual promedio 13,2%. Por su parte, la suma de los consumos de R-404A y R-507A tiene una tasa de crecimiento anual promedio de 20,9%.

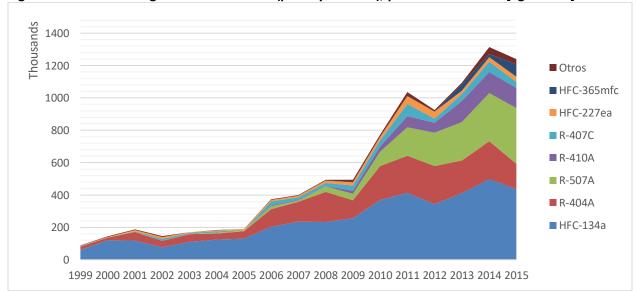


Figura 4-10 Consumo a granel de sustancias (puras y mezclas), periodo 1999-2015 [kg de HFC]

Fuente: Elaboración propia en base a partidas arancelarias 29.03 y 38.24





En la Figura 4-11 se presenta la distribución del consumo anual cada 5 años. Se observa la misma tendencia que en el caso de las importaciones, es decir, se observa que el HFC-134a es la sustancia de mayor consumo en todos los años observados, sin embargo, se observa el crecimiento del consumo de otras sustancias, notablemente el R-507A que alcanza un nivel de consumo del 28% del total del consumo anual del año 2015, similar al consumo del HFC-134a que alcanza un 34%.

100% 90% 80% 70% 60% 50% 40% 30% 20% 10% 0% Año 2000 Año 2005 Año 2010 Año 2015 Otros 2% 0% 2% 3% ■ HFC-365mfc 0% 0% 0% 6% ■ HFC-227ea 3% 4% 3% 3% ■ R-407C 0% 2% 5% 3% ■ R-410A 0% 0% 4% 10% ■ R-507A 0% 1% 11% 28% ■ R-404A 10% 25% 27% 13% ■ HFC-134a 68% 48% 35%

Figura 4-11 Distribución del consumo de sustancias a granel de sustancias (puras y mezclas), para años seleccionados

Fuente: Elaboración propia en base a partidas arancelarias 29.03 y 38.24

De acuerdo a los resultados presentados, las principales sustancias consumidas son HFC-134a, R-507A, R-404A, R-410A, R-407C, HFC-227ea y HFC-365mfc. De ellos, las primeras cinco son sustancias típicamente asociadas a la refrigeración y aire acondicionado, mientras que el HFC-227ea es principalmente usado en aplicaciones para la extinción del fuego y el HFC-365mfc es una sustancia utilizada como agente espumante.

Respecto al explosivo crecimiento del consumo del HFC-365mfc, se trataría de una tendencia global. El HFC-365mfc (PAO=0, PCG $_{100}$ =794) 31 es una sustancia de tercera generación desarrollada con el objeto de sustituir al HCFC-141b (PAO=0,11, PCG $_{100}$ =725) como agente espumante en la fabricación de espumas de poliuretano, cumpliendo las metas de

³¹ Los valores de PAO y potencial de calentamiento global referenciados son los utilizados en la enmienda de Kigali (UNEP, 2016)





desplazamiento de los HCFC de acuerdo al Protocolo de Montreal. Asimismo, (Vollmer et al., 2011) realiza una recopilación de las emisiones esperadas por distintas instituciones³², y en todas las estimaciones existe un explosivo crecimiento cercano al año 2010. Esto permitiría presumir que el consumo también tendría un crecimiento importante en torno a dicho periodo.

³² SRES, TEAP, Velders, RCP y estimaciones propias





En la Tabla 4-8 se presenta el consumo de sustancias puras, pudiéndose observar que el principal consumo es el de la sustancia HFC-134a, que corresponde a 78,4% del consumo de sustancias puras totales en 2015, mientras que las siguientes dos sustancias con mayor relevancia son el HFC-365mfc (13,8% en el 2015) y el HFC-227ea (5,8% en el 2015). Por lo demás, tanto el HFC-125 como el HFC-152a presentan importaciones regulares en los últimos años estudiados, mientras el primer sería principalmente para la aplicación de extinción del fuego, el segundo es utilizado como solvente para la limpieza de equipos electrónicos.

Tabla 4-8 Consumo a granel de sustancias puras, periodo 1999-2015 [kg de HFC]

Sustancia	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HFC-125					5	1.000	-344	1.292	3.676	3.712	6.029	1.867	3.273	2.151	1.100	4.414	6.045
HFC-134a	59.746	120.961	119.199	77.307	111.094	123.637	129.362	203.765	234.743	233.849	256.326	369.900	413.465	344.438	410.675	498.901	436.504
HFC-152a				689		-603		345		845	2.459	3.182	1.529	976	3.651	1.982	4.760
HFC-227ea	1.714	4.110	5.877	11.795	4.548	6.787	6.930	9.800	9.663	14.163	19.964	21.269	46.658	43.818	20.001	28.047	32.511
HFC-23									17		5		46	135	25		279
HFC-236fa				81												27	
HFC-245fa									18								
HFC-365mfc									8	975	960	960	1.920		40.320	19.200	76.800
HFC-43-10mee					27												
Total	61.461	125.070	125.077	89.873	115.673	130.820	135.949	215.201	248.125	253.545	285.744	397.179	466.891	391.519	475.771	552.571	556.899

Fuente: Elaboración propia en base a partidas arancelarias 29.03 y 38.24





En la Tabla 4-9 se presenta el consumo de sustancias como mezclas que contienen HFC. Se puede observar que tres sustancias representan un 91,6% del consumo de sustancias mezcladas con HFC: el R-507A, que corresponde a 50,2% del consumo a granel de sustancias mezcladas totales en 2015, seguido por el R-404A con 23,0% y el R-410A con 18,4%. El crecimiento medio anual del consumo de sustancias mezcladas es de 22,2%.

Tabla 4-9 Consumo a granel de mezclas, periodo 1999-2015 [kg de HFC]

							0		-, p	0 1333 2	[0 -	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·					
Sustancia	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
R-401B	30																
R-402A	784		1.176	588		147	-22	330				880	1.465				
R-402B									90								
R-404A	21.926	14.849	53.565	38.993	47.033	38.445	47.307	109.162	122.178	184.809	112.114	209.351	229.858	234.738	201.848	233.642	157.235
R-407C	3.337	460	526	11.819	6.308	6.805	3.244	24.234	14.643	19.023	31.795	38.598	75.045	25.468	43.235	64.352	36.052
R-407F																	907
R-408A	1.386	3.235	3.235	3.235			289	288	289		2.584	3.777	2.542	3.891		693	2.253
R-410A								5.805	3.618	2.825	19.381	31.604	70.299	61.227	130.453	128.636	125.809
R-417A						33						1.178	3.904		548	8.759	5.294
R-422D												24					876
R-425A																13.680	
R-427A													9.072				
R-437A																1.791	
R-438A															1.331	11.533	-7.086
R-503	2																
R-507A			3.928	1.019	1.587	6.749	2.489	16.450	9.506	33.859	39.284	88.841	175.001	205.946	237.616	298.298	342.718
R-508B						2	4		4	8		10	25			24	24
Isceon 89												14					
HFC-365mfc/									15								19.200
HFC-227ea									13								13.200
Chesterton 296								1.049	859	236	1.108	24	244	531			
LPS 416						162	198	309	687	785	1.804	1.784	1.267	1.467	2.497		
Genesolv ST							29	118									
Total	27.466	18.545	62.430	55.654	54.928	52.344	53.539	157.745	151.888	241.545	208.070	376.083	568.723	533.268	617.529	761.407	683.282

Fuente: Elaboración propia en base a partidas arancelarias 29.03 y 38.24





En la Tabla 4-10 se presenta el consumo de sustancias puras contenidas en las mezclas presentadas en la Tabla 4-9. Se puede observar que la principal componente de las sustancias mezcladas consumidas es el HFC-125, que corresponde a 45,8% del consumo de las componentes de las sustancias mezcladas totales en 2015, seguido por el HFC-143a con 37,3%. Ambas sustancias están asociadas a las mezclas utilizadas típicamente como refrigerante.

Tabla 4-10 Consumo a granel de mezclas según composición, periodo 1999-2015 [kg de HFC]

Sustancia	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HFC-125	11.449	7.076	27.267	21.636	23.065	22.155	22.887	65.585	64.109	104.414	86.953	163.963	248.501	243.752	284.534	342.342	312.910
HFC-134a	2.612	833	2.416	7.706	5.162	5.256	3.777	17.774	13.596	18.181	23.347	30.857	56.157	24.351	33.939	63.502	25.219
HFC-143a	12.605	10.530	32.626	23.594	25.251	23.366	26.095	65.240	68.536	113.030	80.184	156.561	210.140	228.414	223.769	271.245	255.077
HFC-152a	30																
HFC-227ea									1							1.642	1.344
HFC-23	2					2	4		4	8		10	25			24	24
HFC-245fa							29	394	226	62	292	6	64	140			
HFC-32	768	106	121	2.718	1.451	1.565	746	8.476	5.177	5.788	17.003	24.679	53.770	36.471	75.286	82.653	70.852
HFC-365mfc								276	240	62	292	6	64	140			17.856
Total	27.466	18.545	62.430	55.654	54.928	52.344	53.539	157.745	151.888	241.545	208.070	376.083	568.723	533.268	617.529	761.407	683.282

Fuente: Elaboración propia en base a partidas arancelarias 29.03 y 38.24



En la Tabla 4-11 y Figura 4-12 se presenta el consolidado del consumo de sustancias puras tanto contenidas en las mezclas (Tabla 4-10) como el consumo directo de sustancias puras (Tabla 4-8). Se puede observar que la principal sustancia pura consumida del total es el HFC-134a, que en 2015 corresponde a 37,2% de las importaciones, seguido por el HFC-125 con 25,7% y por el HFC-134a con 20,6%.

Tabla 4-11 Consolidado de consumo a granel de sustancias puras y contenidas en mezcla, periodo 1999-2015 [kg de HFC]

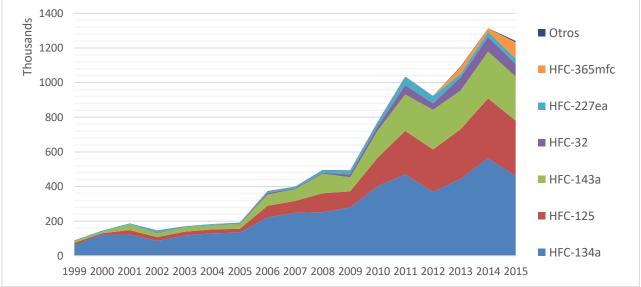
	<u> </u>																
Sustancia	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HFC-125	11.449	7.076	27.267	21.636	23.070	23.155	22.543	66.877	67.785	108.126	92.982	165.830	251.773	245.904	285.634	346.756	318.955
HFC-134a	62.359	121.794	121.615	85.013	116.256	128.893	133.140	221.539	248.338	252.030	279.673	400.758	469.623	368.789	444.614	562.403	461.723
HFC-143a	12.605	10.530	32.626	23.594	25.251	23.366	26.095	65.240	68.536	113.030	80.184	156.561	210.140	228.414	223.769	271.245	255.077
HFC-152a	30			689		(603)		345		845	2.459	3.182	1.529	976	3.651	1.982	4.760
HFC-227ea	1.714	4.110	5.877	11.795	4.548	6.787	6.930	9.800	9.664	14.163	19.964	21.269	46.658	43.818	20.001	29.689	33.855
HFC-23	2					2	4		21	8	5	10	72	135	25	24	303
HFC-236fa				81												27	
HFC-245fa							29	394	244	62	292	6	64	140			
HFC-32	768	106	121	2.718	1.451	1.565	746	8.476	5.177	5.788	17.003	24.679	53.770	36.471	75.286	82.653	70.852
HFC-365mfc								276	248	1.037	1.252	966	1.984	140	40.320	19.200	94.656
HFC-43-10mee					27												
Total	88.926	143.615	187.507	145.527	170.602	183.164	189.488	372.947	400.013	495.089	493.814	773.262	1.035.613	924.787	1.093.299	1.313.978	1.240.181

Fuente: Elaboración propia en base a partidas arancelarias 29.03 y 38.24





Figura 4-12 Consolidado de consumo a granel de sustancias puras y contenidas en mezcla, periodo 1999-2015 [kg de HFC]



Fuente: Elaboración propia a partir de partidas arancelaria 29.03 y 38.24

En la Figura 4-13 se presenta la distribución del consumo cada 5 años. Es posible observar la tendencia al crecimiento del HFC-125 y HFC-143a, sustancias que componen la mayoría de los refrigerantes utilizados en aplicaciones comerciales o industriales, notoriamente el R-404A y el R-507A. Se observa también que en el último periodo del HFC-365mfc, debido a su consumo asociado al desplazamiento del HCFC-141b como agente espumante.

Cabe destacar que de acuerdo a las estimaciones presentadas en (UNEP - Ozone Secretariat, 2015f), el año 2012 y a nivel global las principales sustancias consumidas son HFC-134a (40%), HFC-125 (25%), HFC-143a(9%) y HFC-32(13%). En Chile, para el año 2015, se observan que las principales sustancias primarias consumidas son las mismas y su distribución porcentual son bastante similares: HFC-134a (36%), HFC-125 (27%), HFC-143a(21%) y HFC-32(7%).





Figura 4-13 Distribución del consumo de sustancias con HFC a granel para años seleccionados

4.1.4 Consumo de sustancias puras y a granel por aplicación

Con base a lo declarado en los atributos del formulario DIN por las empresas importadoras, es posible estimar una aplicación para cada una de las sustancias identificadas. El proceso anterior permite estimar la aplicación para más del 80% de las importaciones. Para la fracción restante se supone la aplicación en base sustancia según la aplicación más común en los registros en que sí se tiene la aplicación, la cual se explícita en la Tabla 4-12.





Tabla 4-12 Aplicación utilizada por defecto en caso de no haber información de aplicación

Sustancia (pura y mezcla)	Aplicación por defecto
HFC-125	Extinción del fuego
HFC-134a	RAA
HFC-152a	Solvente
HFC-227ea	Extinción del fuego
HFC-23	RAA
HFC-236fa	Extinción del fuego
HFC-245fa	Solvente
HFC-365mfc	Agente Espumante
HFC-43-10mee	Solvente
HFC-365mfc/HFC-227ea	Agente Espumante
R-401B	RAA
R-402A	RAA
R-402B	RAA
R-404A	RAA
R-407C	RAA
R-407F	RAA
R-408A	RAA
R-410A	RAA
R-417A	RAA
R-422D	RAA
R-425A	RAA
R-427A	RAA
R-437A	RAA
R-438A	RAA
R-503	RAA
R-507A	RAA
R-508B	RAA
Isceon 89	RAA
Chesterton 296	Solvente
Genesolv ST	Solvente
LPS 416	Solvente

Como resultado de dicha aplicación se tiene la distribución presentada en la Tabla 4-13 del consumo por aplicación para el periodo 1999-2015. Cabe destacar que dicha distribución puede cambiar para cada año, y los resultados numéricos para cada año se pueden obtener de los resultados incluidos en el anexo digital, "Anexo 3 – BD Resultados HFC" en la hoja "BD Granel".





Tabla 4-13 Distribución del consumo a granel según aplicación, para el periodo 1999-2015

Sustancias	RAA	Agente Espumante	Aerosol	Solvente	Extinción del fuego	Otros Usos
HFC-125	-	-	-	-	99,7%	0,3%
HFC-134a	94,8%	3,0%	1,0%	0,5%	-	0,6%
HFC-152a	-	-	-	100%	-	-
HFC-227ea	-	-	-	-	100%	-
HFC-23	80,5%	-	-	-	19,5%	-
HFC-236fa	-	-	-	-	100%	-
HFC-245fa	-	-	-	100%	-	-
HFC-365mfc	-	100%	-	-	-	-
HFC-43-10mee	-	-	-	100%	-	-
HFC-365mfc/ HFC-227ea	100%	-	-	-	-	-
R-401B	100%	-	-	-	-	-
R-402A	100%	-	-	-	-	-
R-402B	99,5%	-	-	0,5%	-	-
R-404A	100%	-	-	-	-	-
R-407C	100%	-	-	-	-	-
R-407F	100%	-	-	-	-	-
R-408A	100%	-	-	-	-	-
R-410A	100%	-	-	-	-	-
R-417A	100%	-	-	-	-	-
R-422D	100%	-	-	-	-	-
R-425A	100%	-	-	-	-	-
R-427A	100%	-	-	-	-	-
R-437A	100%	-	-	-	-	-
R-438A	100%	-	-	-	-	-
R-503	100%	-	-	-	-	-
R-507A	100%	-	-	-	-	-
R-508B	100%	-	-	-	-	-
Isceon 89	-	100%	-	-	-	-
Chesterton 296	-	-	-	100%	-	-
Genesolv ST	-	-	-	100%	-	-
LPS 416	-	-	-	100%	-	-

Consumo entendido como la diferencia entre las importaciones y las exportaciones

Fuente: Elaboración propia en base a datos de partidas arancelarias 29.03 y 38.24

En la Figura 4-14 se presenta el consumo de sustancias con HFC según la aplicación, en ella se observa la relevancia que tiene la aplicación Refrigeración y Aire Acondicionado. Si bien hasta el año 2005 no se observa un crecimiento claro en la aplicación de RAA, a partir de dicho año se observa una tendencia sostenida al crecimiento, la excepción son los año 2012 y 2015 que presentan consumos menores, probablemente respondiendo a un exceso de consumo en el año inmediatamente anterior.





1,400
1,200
1,000
800
600
400
200
RAPE Spumante

RAA

Figura 4-14 Consumo sustancias (puras y mezclas) a granel según aplicación [kg de HFC]

Consumo entendido como la diferencia entre las importaciones y las exportaciones

Fuente: Elaboración propia en base a datos de partidas arancelarias 29.03 y 38.24

En la Tabla 4-14 se presenta el detalle numérico del consumo de sustancia por aplicación el cual es graficado en la figura anterior. Al año 2015 el 88% del consumo de sustancias a granel tiene relacionado la aplicación de refrigeración y aire acondicionado, y un 8% corresponde a la aplicación como agente espumante, un 3% a la aplicación de extinción del fuego y un 1% a otros usos. Los consumos por aplicación son detallados en las siguientes secciones.

Tabla 4-14 Consumo de sustancias (puras y mezclas) a granel según aplicación [kg de HFC]

Año	RAA	Agente Espumante	Aerosol	Solvente	Extinción del fuego	Otros Usos
1999	86.341	-	-	871	1.714	-
2000	139.505	-	-	-	4.110	-
2001	172.046	-	-	9.583	5.877	-
2002	132.958	-	3	689	11.877	-
2003	165.981	41	-	27	4.548	5
2004	156.211	19.440	-	(288)	7.682	118
2005	124.861	56.700	494	817	6.587	29
2006	320.951	38.184	-	2.635	11.092	85
2007	372.534	11.363	21	2.592	13.339	164
2008	473.534	960	11	2.290	17.876	419
2009	457.843	960	11	8.629	25.993	378
2010	738.837	960	16	9.357	23.137	954
2011	976.267	1.920	70	5.539	49.930	1.887
2012	867.875	-	32	6.960	45.970	3.950
2013	1.018.381	40.320	1.116	7.383	21.100	4.999
2014	1.213.363	19.200	39.090	3.244	32.488	6.593
2015	1.092.995	96.000	190	6.021	38.655	6.320

Fuente: Elaboración propia en base a partidas arancelarias 29.03 y 38.24





Todos los resultados presentados pueden ser observados numéricamente en la base datos digital anexa en el "Anexo 3 – BD Resultados HFC" en la pestaña "BD Granel".

4.1.4.1 Refrigeración y Aire Acondicionado

Se observa un total de 20 sustancias, puras y a granel, con HFC utilizadas en la aplicación de refrigeración y Aire Acondicionado. Sin perjuicio de esto, sólo cinco sustancias representan la mayor parte del consumo: HFC-134a, R-404A, R-507A, R-407C y R-410A, mientras que las otras 15 sustancias³³ sólo alcanzan una fracción muy menor del consumo. Por lo demás su consumo es intermitente sin que ninguna de estas sustancias sea consumida por más de cinco años en forma consecutiva.

La Figura 4-15 presenta el consumo por sustancia para la aplicación RAA según sustancia, se observa que la composición es distinta por años: Los primeros años gran parte del consumo corresponde a HFC-134a, con una fracción de R-404A. A partir de la segunda mitad de la década del 2000 el consumo de otros refrigerantes como el R-407C, R-410A y R-507A comienza a ser significativo hasta llegar a la situación del 2015, donde el HFC-134a y el R-507A presentan un consumo similar, mientras que en un segundo orden está el consumo de R-404A y R-410A.

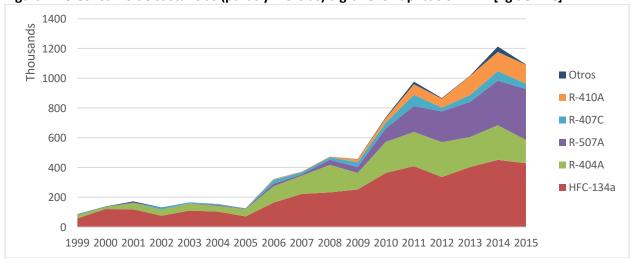


Figura 4-15 Consumo de sustancias (puras y mezclas) a granel en aplicación RAA [kg de HFC]

Consumo entendido como la diferencia entre las importaciones y las exportaciones

Fuente: Elaboración propia en base a datos de partidas arancelarias 29.03 y 38.24

La Figura 4-16 reafirma lo descrito recientemente permitiendo observar que existen cambios relevantes en la composición del consumo a granel en el tiempo. Esto en parte responde a los distintos usos que tiene la aplicación. La desagregación por sub-aplicación es estimada tras la elaboración del balance de masa presentada en la sección 4.3 de consumo consolidado de HFC.

³³ Las otras sustancias son: HFC-23, R-401B, R-402A, R-402B, R-407F, R-408A, R-417A, R-422D, R-425A, R-427A, R-437A, R-438A, R-503, R-508B e Isceon 89





Figura 4-16 Distribución consumo de sustancias (puras y mezclas) a granel en aplicación RAA



Consumo entendido como la diferencia entre las importaciones y las exportaciones

Fuente: Elaboración propia en base a datos de partidas arancelarias 29.03 y 38.24

En la Tabla 4-15 se presentan los resultados según la composición de las sustancias. Al observar el consumo por sustancia pura, se observa la relevancia de cuatro sustancias principales: HFC-134a, HFC-125, HFC-143a y HFC-32. Las otras sustancias tienen un consumo significativamente menor.





Tabla 4-15 Consumo consolidado de sustancias puras en aplicación RAA [kg de HFC]

Año	HFC-125	HFC-134a	HFC-143a	HFC-152a (1)	HFC-227ea (2)	HFC-23 (3)	HFC-32
1999	11.066	62.324	12.152	30	-	2	768
2000	7.076	121.794	10.530	-	-	-	106
2001	23.051	121.232	27.642	-	-	-	121
2002	21.636	85.010	23.594	-	-	-	2.718
2003	23.065	116.215	25.251	-	-	-	1.451
2004	22.155	109.123	23.366	-	-	2	1.565
2005	22.887	75.129	26.095	-	-	4	746
2006	65.585	181.650	65.240	-	-	-	8.476
2007	64.109	234.692	68.536	-	-	21	5.177
2008	104.414	250.294	113.030	-	-	8	5.788
2009	86.953	273.698	80.184	-	-	5	17.003
2010	163.963	393.624	156.561	-	-	10	24.679
2011	248.501	463.784	210.140	-	-	72	53.770
2012	243.752	359.102	228.414	-	-	135	36.471
2013	284.534	434.767	223.769	-	-	25	75.286
2014	342.342	515.458	271.245	-	1.642	24	82.653
2015	312.910	453.952	255.077	-	-	204	70.852

- (1) Contenido en el R-401B
- (2) Contenido en el R-425A
- (3) Tanto como en sustancia pura como contenido en R-503 y R-508B

4.1.4.2 Agente espumante

Las sustancias que han sido importadas como agente espumante son el HFC-134a, HFC-365mfc y la mezcla HFC-365mfc/HFC-227ea. No se observa ninguna exportación de sustancias para agente espumante en el periodo para el cual se cuenta datos. El uso de estas sustancias sería como alternativas al uso de HCFC-141b el cual es el agente espumante que tradicionalmente se ha utilizado en el país. Se hace la distinción de que el HFC-134a fue importado como agente espumante sólo en el periodo 2003-2007, por medio de tres importadores (Información desde partida arancelaria 29.03):

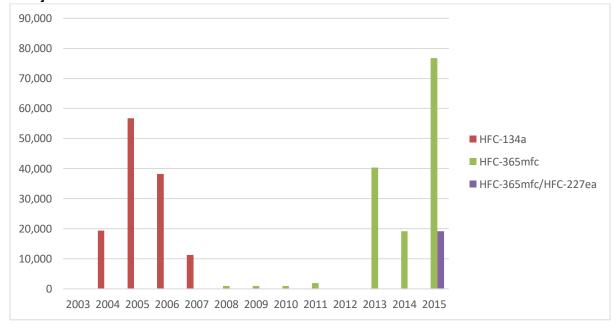
- Active Chemicals Chile S.A. (durante el año 2003)
- Quimica Anglo Chilena S.A. (durante el periodo 2004-2006)
- Orica Chemicals Chile S.A. (durante el periodo 2006-2007)

Cabe destacar el crecimiento que ha tenido a partir del 2013 las importaciones de HFC-365mfc, tanto puro como en mezcla con el HFC-227ea, el cual lo ha llevado a posicionarse dentro de las sustancias con HFC con mayores importaciones, detrás de las sustancias utilizadas en refrigeración y climatización.





Figura 4-17 Importaciones de sustancias, puras y mezclas, para aplicación de agentes espumante [kg de HFC]



La Tabla 4-16 presenta los resultados del consumo de sustancias, en base a la composición de las sustancias. Se observa que el HFC-227ea es una fracción menor del consumo, dado a que corresponde sólo al 7% de la mezcla HFC-365mfc/HFC-227ea.

Tabla 4-16 Consumo de sustancias a granel en aplicación de agente espumante según su composición en sustancia pura [kg de HFC]

Año	HFC-134a	HFC-227ea	HFC-365mfc
2003	41		
2004	19.440		
2005	56.700		
2006	38.184		
2007	11.340	1	22
2008			960
2009			960
2010			960
2011			1.920
2012			
2013			40.320
2014			19.200
2015		1.344	94.656

Fuente: Elaboración propia en base a datos de partidas arancelarias 29.03 y 38.24





4.1.4.3 Aerosoles

En cuanto al consumo como aerosoles no se observa ninguna exportación de sustancias a granel destinado a dicha aplicación, y sólo se observan importaciones de la misma. En la Figura 4-18 se presenta las importaciones anuales, observándose que esta queda descrita por importaciones menores salvo para el año 2014.

Las importaciones de dicho año quedan marcadas por ocho ingresos que realizó Du Pont Chile S.A. que totalizan 38.817 kg (99.3% de las importaciones totales). Estos fueron importados en dos formatos: 13,62 kg y 794,5 kg.

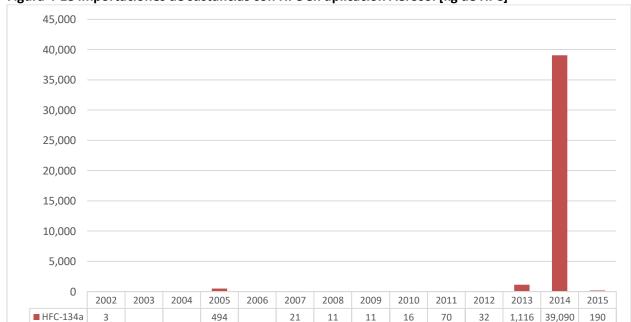


Figura 4-18 Importaciones de sustancias con HFC en aplicación Aerosol [kg de HFC]

Fuente: Elaboración propia en base a datos de partidas arancelarias 29.03 y 38.24

4.1.4.4 Solventes

Se identifican 9 sustancias (5 sustancias puras y 4 mezclas) que son importadas a granel cuyo que son utilizada en la aplicación e solvente. De las 4 mezclas, 3 de ellas corresponden a productos que no tienen nomenclatura ASHRAE, y cuya composición se detalla en la siguiente tabla:





Tabla 4-17 Composición de productos solventes

Mezcla	Composición según masa						
Chesterton 296	HFC-134a/HFC-365mfe/HFC-245fa/Isopropanol (45,0/25,0/25,0/5,0)						
LPS 416	HFC-134a/otros no HFC (45,0/55,0)						
Genesolv ST	HFC-245fa/ otros no HFC (0,65/0,35)						

Fuente: En base a Safety Datasheet³⁴ de los productos

Sólo se observa una exportación correspondiente a 603 kg de HFC-152a exportados el año 2004 con destino a Argentina. Dado que la única importación de esta sustancia al país realizada con anterioridad³⁵ fue realizada por el mismo exportador (F.H. Engel S.A.), se puede presumir que se trataría de los excedentes de los 689 kg importados dos años antes.

En la Figura 4-19 se observa las importaciones (en este caso igual al consumo, salvo para el año 2004) anual de sustancias a granel destinadas a la aplicación "Solventes", observándose variaciones en las sustancias utilizadas en el tiempo. Mientras los primeros años se declaran importaciones de R-404A paras ser utilizadas como solvente en limpieza de contactos eléctricos³⁶, hacia el final del periodo se observa la importación de sustancias puras: HFC-134a y HFC-152a. Desde el año 2013 no se observan importaciones de mezclas utilizadas como solventes en las partidas de sustancias a granel, sin embargo, estos son importados en la partida de solventes descrita en la sección 4.2.5.

³⁴ Se incluyen en el anexo digital "Anexo 2 – Fichas", en la carpeta *Safety Datasheets* Solventes

³⁵ En el año 2002 F.H. Engel S.A. realizó una importación de 689 kg de HFC-152a desde Argentina

³⁶ De acuerdo a las declaraciones de aduana en la partida arancelaria 38.24





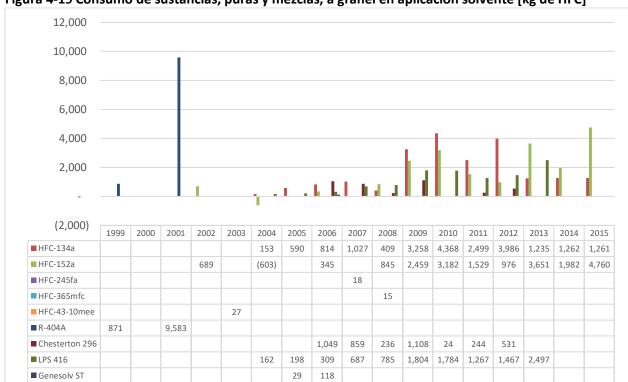


Figura 4-19 Consumo de sustancias, puras y mezclas, a granel en aplicación solvente [kg de HFC]

Fuente: Elaboración propia en base a datos de partidas arancelarias 29.03 y 38.24

En la Tabla 4-18 se presenta el consumo según los componentes en HFC puros. Se observa que a partir del año 2008, la magnitud de las importaciones de HFC-134a y HFC-152a son significativamente mayores a las de las otras sustancias.





Tabla 4-18 Consumo de sustancias a granel en aplicación solvente según su composición en sustancia pura [kg de HFC]

para [ng de m e]										
Año	HFC-125	HFC-134a	HFC-143a	HFC-152a	HFC-245fa	HFC-365mfc	HFC-43-10mee			
1999	383	35	453							
2001	4.217	383	4.983							
2002				689						
2003							27			
2004		316		(603)						
2005		788			29					
2006		1.620		345	394	276				
2007		2.121			244	226				
2008		1.306		845	62	77				
2009		5.587		2.459	292	292				
2010		6.163		3.182	6	6				
2011		3.882		1.529	64	64				
2012		5.704		976	140	140				
2013		3.732		3.651						
2014		1.262		1.982						
2015		1.261		4.760						

4.1.4.5 Extinción del fuego

Se identifican importaciones de cuatro sustancias, todas ellas puras: HFC-125, HFC-227ea, HFC-23 y HFC-236fa. Mientras que en las exportaciones sólo se observan exportaciones de dos sustancias HFC-125 y HFC-227ea. El HFC-125 fue exportado sólo el año 2005 al Perú en una exportación de 344 kg. Por su parte las exportaciones de HFC-227ea han ocurrido en 4 años: 2007 (158 kg a EE.UU.), 2008 (112 kg a Bolivia), 2009 (104 kg a Perú) y 2014 (2000 kg a Perú). Estas exportaciones corresponderían a excedentes de importaciones locales y tienen una magnitud muy menor a las importaciones.

En la Figura 4-20 se presenta el consumo de sustancias relacionadas a la aplicación de extinción del fuego. Se observa que tanto el HFC-227ea como el HFC-125 han sido consumidos regularmente desde el año 2006, sin observarse una tendencia clara. Se destaca que existen importaciones de estas sustancias en otras partidas las cuales son cuantificadas en la sección 4.2.6.





50.000 40,000 30,000 20,000 10,000 (10,000)2015 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 ■ HFC-125 896 1,86 4,41 6,04 (344 1.29 3,67 3,71 6,02 3,27 2,15 1,10 ■ HFC-227ea 6,93 1,71 4,11 5,87 11,7 4,54 6,78 9,80 9,66 14,1 19,9 21.2 46,6 43,8 20,0 28,0 32,5 ■ HFC-23 99 ■ HFC-236fa 81 27

Figura 4-20 Consumo de sustancias, puras y mezclas, a granel en aplicación extinción de fuego [kg de HFC]

4.1.4.6 Otras aplicaciones

Existen otras aplicaciones que no cuentan con una partida arancelaria identificada y, sin embargo, en las partidas arancelarias 29.03 y 38.24 declaran un uso. Un resumen de ellas es presentado en la siguiente tabla.

Tabla 4-19 Otras aplicaciones y gases utilizados

Uso	Sub-aplicación	Gases identificados
Desodorizante	Uso industrial	HFC-125
Tratamientos dermatológicos	Uso médico	HFC-134a
Industrial para soldar	Uso industrial	HFC-134a

Fuente: Elaboración propia en base a datos de partidas arancelarias 29.03 y 38.24

En la Tabla 4-20 se observan las importaciones de estas sustancias con fines en otras aplicaciones. No se observó ninguna exportación cuyo uso declarado haya sido otras aplicaciones. Se observa una tendencia al crecimiento del consumo de HFC-134a, especialmente impulsado por su uso en tratamientos dermatológicos.





Tabla 4-20 Importación de sustancias para otras aplicaciones [kg de HFC]

Año	HFC-125	HFC	-134a
Sub-aplicación	Uso Industrial	Uso Médico	Uso Industrial
2003	5		
2004	104	14	
2005		29	
2006		85	
2007		164	
2008		419	
2009		378	
2010		954	
2011		1.887	
2012		3.950	
2013		4.761	239
2014		5.580	1.013
2015		6.156	164

4.2 Importaciones y exportaciones de equipos/productos que utilizan HFC

A continuación, se presentan los resultados del estudio de las importaciones y exportaciones de aquellos equipos/productos que usan HFC. Cabe destacar que parte de estos equipos al ser importados pueden contener sustancias puras o mezclas con HFC. Los esfuerzos se centraron en identificar las importaciones de aquellos equipos/productos que al momento de ser importados contienen HFC, con el objetivo de cuantificar el consumo total de HFC.

Asimismo, el procesamiento de la información será un insumo relevante para la estimación no sólo del consumo de HFC, sino que también para la estimación del tamaño del banco existente de estas sustancias en el país.

4.2.1 Equipos de refrigeración

Se destaca que la presente sección sólo se encarga de los equipos de refrigeración importados o exportados, y no los equipos fabricados nacionalmente. El refrigerante contenido en los equipos de fabricación nacional proviene del refrigerante importado en formato de granel, y contabilizarlo en esta sección generaría problemas de doble conteo. Los equipos fabricados nacionalmente sí son considerados en la estimación del banco de sustancias con HFC, presentado en la sección 4.3.

El estudio de los equipos de refrigeración se basó en el análisis de los registros de importaciones y exportaciones de la partida arancelaria 84.18³⁷ del Servicio Nacional de

³⁷ "Refrigeradores, congeladores y demás material, máquinas y aparatos para producción de frío, aunque no sean eléctricos; bombas de calor, excepto las máquinas y aparatos para acondicionamiento de aire de la partida arancelaria 84.15".





Aduanas. Esta partida arancelaria incluye una amplia diversidad de equipos utilizados en distintas sub-aplicaciones de refrigeración. El nivel de detalle con que se analizó la información se basa en la clasificación de códigos arancelarios siguiendo la categorización establecida en la partida arancelaria 84.18 tal y como se muestra en la tabla Tabla 4-21.

Tabla 4-21 Sub-partidas y códigos arancelarios de la partida arancelaria 84.18 considerados

Partida	Sub-partida / Código arancelario	Descripción
84.18	8418.10	- Combinaciones de refrigerador y congelador con puertas exteriores
		separadas:
	0440 4044	De compresión, de uso doméstico:
	8418.1011	De capacidad superior a 100 l pero inferior o igual a 200 l
	8418.1012	De capacidad superior a 200 l pero inferior o igual a 300 l
	8418.1013	De capacidad superior a 300 l pero inferior o igual a 400 l
	8418.1019	Los demás
	8418.1090	Las demás
		- Refrigeradores domésticos:
	8418.21	De compresión:
	8418.2110	De capacidad inferior o igual a 100 l
	8418.2120	De capacidad superior a 100 l pero inferior o igual a 200 l
	8418.2130	De capacidad superior a 200 l pero inferior o igual a 300 l
	8418.2190	Los demás
	8418.2900	Los demás
	8418.3000	- Congeladores horizontales del tipo arcón (cofre), de Capacidad inferior o
		igual a 800 l
	8418.4000	- Congeladores verticales del tipo armario, de capacidad inferior o igual a 900 l
	8418.5000	- Los demás muebles (armarios, arcones (cofres), vitrinas, mostradores y
		similares) para la conservación y exposición de los productos, que incorporen
F1 1	۲, ۱, ۱, ۱, ۱, ۱, ۱, ۱, ۱, ۱, ۱, ۱, ۱, ۱,	un equipo para refrigerar o congelar

El uso de "-" permite distinguir los niveles de agregación, por ejemplo, el arancel 84.18.2120 corresponde a "Refrigeradores domésticos" (primer nivel) "de compresión" (segundo nivel) "de capacidad superior a 100 l pero inferior o igual a 200 l" (tercer nivel).

Fuente: Arancel Aduanero Chileno (Servicio Nacional de Aduanas, n.d.)

Las códigos arancelarias 8418.6900³⁸, 8418.9000³⁹ no se han incluido dado que corresponden a importaciones de partes o productos que no contendrían refrigerante, asimismo tampoco se incluyó el código arancelario 8418.6100⁴⁰ al contar con insuficiente información respecto de los

³⁸ Corresponde a "Los demás" dentro de la categoría de "Los demás materiales, máquinas y aparatos para producción de frío; bombas de calor", siendo principalmente parte de estructuras para instalaciones frigoríficas industriales. De acuerdo con los actores de la industria entrevistados relacionados con estos movimientos (tales como importadores (TRANE) y diseñadores (FrioIngenieria)) el refrigerante asociado a las grandes unidades de refrigeración es importado en bombonas anexas, y luego queda considerado dentro de las importaciones a granel.

³⁹ Corresponde a la sub-partida arancelaria "Partes", correspondiente principalmente a repuestos y piezas tales

como puertas, bandejas, etc.

⁴⁰ Bombas de calor, excepto las máquinas y aparatos para acondicionamiento de aire de la partida arancelaria 84.15





equipos contenidos en este código, además de representar una fracción muy menor de los equipos importados al país.

Los productos importados, y registrados en las bases de datos del Servicio Nacional de Aduanas son contabilizados en "unidades" o en "kilos netos". Los códigos arancelarios considerados tienen los registros de importaciones y exportaciones cuantificados en "unidades".

Se realiza un primer barrido de los códigos arancelarios considerados, identificando aquellos casos en que se las importaciones o exportaciones estén asignadas erróneamente al código arancelario, por ejemplo, partes de refrigeradores en los códigos arancelarios asociados a equipos refrigeradores. En total se identificó que un 0,78% del total de las importaciones en los códigos arancelarios de refrigeradores y congeladores que correspondían a partes o kit de reparación de los mismos, y luego fueron excluidos de la cuantificación. También se identifican, en los casos en que corresponda, equipos de refrigeración que vienen sin carga con el fin de ser conectados a una unidad de refrigeración central. Se identificó que el 0,92% del total de las importaciones concentradas en los códigos arancelarios 8418.4000 y 8418.5000 correspondían a equipos no autónomos.

Asimismo, se controlan *outliers* identificados por presentar un número significativo de equipos importados con un FOB unitario muy menor (en dos grados de magnitud al menos) al promedio del FOB unitarios de equipos similares importados el mismo año. En dichos casos se corrige el número de equipos utilizando la división entre el FOB y el FOB unitario promedio. Se trata de casos muy puntuales que no superan los 10 registros totales.

4.2.1.1 Importaciones de equipos de refrigeración

En la Tabla 4-22 se presenta las importaciones anuales de equipos en cada código arancelario de la partida arancelaria 84.18 para el periodo de tiempo comprendido entre 1999 y 2015. Se observa que, si bien existe una tendencia total al alza, en el último tiempo algunos códigos arancelarios han tenido una tendencia a disminuir el número de equipos totales importados. Por ejemplo, mientras en el periodo 2010-2015 la tasa de crecimiento anual promedio de la partida arancelaria es de 9,0%, en el caso del código arrancelario 8418.2130 ha tenido una disminución anual promedio de 31,1% en el mismo periodo.





En la Tabla 4-22 se puede observar que en el año 2002 se produce un cambio en la clasificación de las importaciones. Hasta ese año se ocupaban códigos arancelarios más generales; por ejemplo, se utilizaba la sub-partida arancelaria 8418.10 (Combinaciones de refrigerador y congelador con puertas exteriores separadas) mientras que a partir del año 2002 se ocupan los códigos arancelariost más específicos 8418.1011, 8418.1012, 8418.1013 y 8418.1019 en las cuales se subdividen las combinaciones de refrigerador y congelador en función de su capacidad volumétrica medida en litros.

Tabla 4-22 Importaciones por código arancelario considerado [nº de unidades]

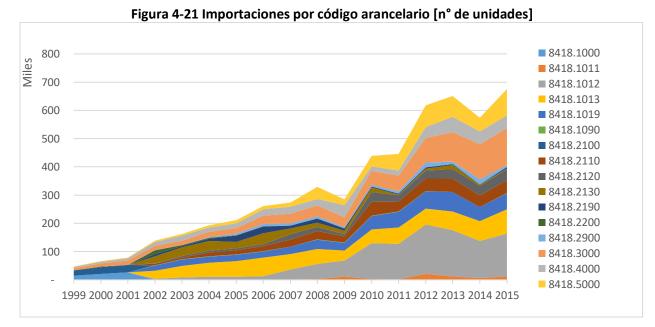
Año	8418. 1000	8418. 1011	8418. 1012	8418. 1013	8418. 1019	8418. 1090	8418. 2100	8418. 2110	8418. 2120	8418. 2130	8418. 2190	8418. 2200	8418. 2900	8418. 3000	8418. 4000	8418. 5000	Total
1999	14.937						18.100					123	46	8.509	3.742	1.428	46.885
2000	21.430						23.764					1.813	139	11.143	5.220	2.489	65.998
2001	26.616						25.754					563	58	15.176	8.821	2.199	79.187
2002		52	3.588	29.026	18.209	340		5.945	1.555	24.032	8.541	13.198	1.350	15.107	12.978	4.543	138.464
2003		471	8.393	39.945	23.174	635		6.580	5.143	30.936	4.507	2.953	432	15.236	18.161	6.145	162.711
2004		703	9.940	49.678	22.317	1.088		12.988	7.092	34.106	7.559	3.343	2.949	18.432	14.668	8.677	193.540
2005		79	10.708	55.347	22.255	1.205		14.845	7.073	23.239	22.570	356	6.521	18.425	17.065	11.930	211.618
2006		1.044	11.629	66.348	21.140	1.549		17.887	6.873	38.164	24.008	1.297	8.185	29.038	22.210	11.665	261.037
2007		443	36.445	54.677	25.351	759		24.105	19.995	19.969	10.660		7.760	33.401	25.269	14.725	273.559
2008		2.736	53.007	53.537	32.790	705		29.763	15.123	14.388	14.875		7.442	39.056	22.716	42.543	328.681
2009		11.741	56.391	35.001	27.573	906		22.461	7.820	11.631	7.911		5.480	34.973	42.910	20.348	285.146
2010		2.354	127.229	48.875	47.625	1.292		48.848	35.344	15.704	2.806		7.337	48.099	16.041	37.076	438.630
2011		2.178	124.922	58.537	54.999	873		35.868	21.747	3.225	2.479		8.195	55.334	18.552	58.525	445.434
2012		21.326	174.572	55.797	62.121	321		44.869	27.409	7.458	3.977		17.910	87.313	37.900	77.443	618.416
2013		11.474	164.237	66.674	68.260	600		47.597	33.171	14.051	3.720		8.467	104.903	53.767	73.752	650.673
2014		5.648	131.782	70.901	49.028	198		40.979	35.489	2.687	1.061		18.767	122.956	45.161	49.498	574.155
2015		12.326	151.472	85.476	57.110	1.100		45.565	38.714	2.432	4.655		7.870	130.112	45.448	93.509	675.789
Total	62.983	72.575	1.064.315	769.819	531.952	11.571	67.618	398.300	262.548	242.022	119.329	23.646	108.908	787.213	410.629	516.495	5.449.923

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.18





A continuación, se presenta la información de la tabla anterior en la Figura 4-20. En esta se muestran los resultados obtenidos por sub-partida, dónde se observa una fuerte tendencia al alza en el crecimiento de los equipos de refrigeración al país. Mientras al año 1999 las importaciones bordeaban los 47 mil equipos, al año 2015 este número alcanzaba los 670 mil equipos, lo anterior es equivalente a un crecimiento anual promedio de 18,1%.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de partida arancelaria 84.18

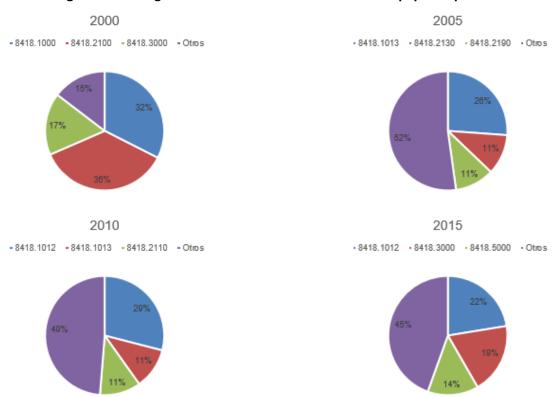
Asimismo, se puede observar que los códigos arancelarios con mayor número de importanciones han evolucionado a lo largo de los años. En la Figura 4-22 se destaca las subpartidas más relevantes para los años 2000, 2005, 2010 y 2015, se observa que las partidas más relevantes han ido cambiando, donde si el año 2005 y 2010 las sub-partidas con mayor cantidad de importaciones correspondían a aquellas de refrigeradores, en el 2015 los congeladores tipo arcón y los demás muebles representan un tercio de los equipos importados.

El cambio de clasificación a partir de 2002 influye en las diferencias que existen entre el año 2000 y el resto de los años. No obstante, también se pueden apreciar diferencias en los años restantes. Por ejemplo, en el año 2005 las importaciones de la sub-partida arancelaria 8418.1013 corresponden al 26,2% respecto de las importaciones totales mientras que para el año 2015 esta cifra disminuye hasta alcanzar el 12,6%.





Figura 4-22 Códigos arancelarios con maro número de equipos importados



Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.18

4.2.1.2 Exportaciones de equipos de refrigeración

Respecto a las exportaciones, cabe destacar que las exportaciones corresponden principalmente a equipos de refrigeración de fabricación nacional, ya sea domésticos (principalmente fabricados por CTI) o comerciales (principalmente fabricados por MIMET).





A continuación, se muestran las exportaciones totales para cada sub-partida arancelaria de la partida arancelaria 84.10 mostradas en la Tabla 4-21 para el periodo de tiempo comprendido entre 2001 y 2015.

Al igual que en el caso de las importaciones, se puede observar que en el año 2002 se produce un cambio en la clasificación de las exportaciones. Es decir, hasta ese año se ocupaban las sub-partidas más generales; por ejemplo, se utilizaba la sub-partida arancelaria 8418.10 mientras que a partir del año 2002 se ocupan los códigos arancelarios más específicos: 8418.1011, 8418.1013 y 8418.1019.

Tabla 4-23 Exportaciones por código arancelario [nº de Unidades]

	8418.	8418.	8418.	8418.	8418.	8418.	8418.	8418.	8418.	8418.	8418.	8418.	8418.	8418.	8418.	8418.	
																	Total
	1000	1011	1012	1013	1019	1090	2100	2110	2120	2130	2190	2200	2900	3000	4000	5000	
2001	14.290						1.598					136	2	1	40	2.671	18.738
2002		3	7.213	25.225	8.777	1.665		33	6	7.073	6.758	3	2	13	45	23.890	80.706
2003		1	23.418	25.188	7.460	3		6	2	17.697	7.054	1	8	73	66	32.068	113.045
2004			54.410	38.265	13.453	2		1		9.053	15.615	7		9	70	35.819	166.704
2005			54.273	33.730	14.918			46	61	8.320	15.330		1	86	230	53.894	180.889
2006		2	55.531	32.581	17.097	571		35	101	9.945	19.490	1	4	1.853	7	30.541	167.759
2007		21	57.754	34.634	20.677	1.330		80	266	10.695	19.594		3	13	54	37.893	183.014
2008		272	54.527	27.345	27.823	142		17	25	17.753	9.944		166	12	57	46.126	184.209
2009		353	22.540	18.861	11.566	560		2	188	12.277	263		2	6	101	44.863	111.582
2010		1	35.121	26.904	9.508			182	385	18.567	16		6	16	68	41.413	132.187
2011		33	41.973	29.782	14.058			202	40	16.844	14		5	10	62	45.050	148.073
2012		76	33.338	24.257	17.794	5		417	27	8.349	90		1	10	55	34.808	119.227
2013		40	12.738	7.939	4.634			160	504	9.148	1		2	71	1	36.389	71.627
2014		1.176	9.014	7.602	2.732			162	23	2.201	196			55		38.641	61.802
2015		3.244	23.271	11.525	4.236			757	41	2.528	63		162	88	34	27.656	73.605
Total	14.290	5.222	485.121	343.838	174.733	4.278	1.598	2.100	1.669	150.450	94.428	148	364	2.316	890	531.722	1.813.167

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.18





En la Figura 4-23 se muestra la evolución de las exportaciones de equipos de refrigeración para los años comprendidos entre 2001 y 2015. De acuerdo con la Figura 4-23, la exportación de equipos de refrigeración ha seguido una tendencia variable. Hasta 2005 se incrementaron considerablemente: mientras en 2001 se exportaron 20 mil equipos, en el 2005 esta cifra alcanzó los 180 mil. A partir de ese año las exportaciones han fluctuado tendiendo a un decrecimiento del número de equipos exportados.

8418.1000 200 **8418.1011** 180 ■ 8418.1012 8418.1013 160 8418.1019 140 **8418.1090** 120 **8418.2100** 100 8418.2110 80 ■ 8418.2120 **8418.2130** 60 **8418.2190** 40 ■ 8418.2200 20 8418.2900 **8418.3000** 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 ■ 8418.4000 84.18.5000

Figura 4-23 Exportación de equipos de refrigeración por código arancelario [nº de unidades]

Se destaca que sólo se cuenta con información de aduanas a partir del año 2001, a diferencia de las importaciones donde se cuenta con información desde el año 1999.

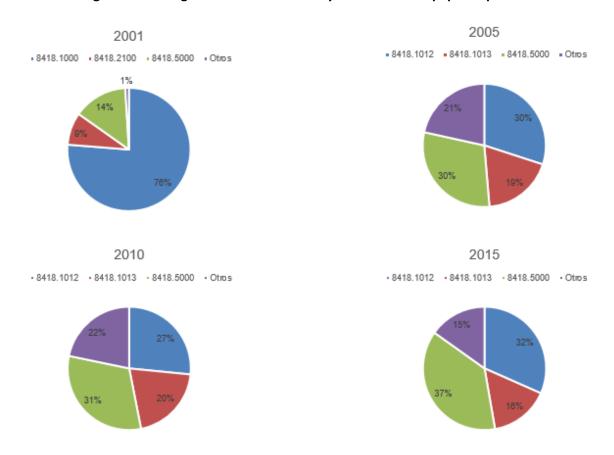
Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.18

Al igual que en el caso de las importaciones, se ha examinado cuáles son las partidas más relevantes en diferentes años. En este caso, no hay datos disponibles para el año 2000, por lo que se ha tomado el año 2001. Como se puede apreciar en la Figura 4-24, los códigos arancelarios más relevantes en el año 2001 son muy distintos al resto de los años. Esto podría explicarse por el cambio de clasificación que se produce a partir del año 2002. Respecto a los años restantes, se puede observar que hay un comportamiento similar ya que se mantienen los códigos arancelarios más relevantes, así como su ponderación respecto a las exportaciones totales.





Figura 4-24 Códigos arancelarios con mayor número de equipos exportados



Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.18

4.2.1.3 Estimación de refrigerante contenido en equipos de refrigeración

La metodología para la estimación del refrigerante contenido en los equipos de refrigeración se basa en la elaboración de fichas de los distintos modelos en los que se caracteriza con información técnica cada modelo, detallando el volumen refrigerado, refrigerante utilizado y cantidad de refrigerante utilizado.

La elaboración de las fichas⁴¹ fue realizada a partir de distintas fuentes:

- Manuales y fichas técnicas de fabricantes
- Fichas de ventas de fabricantes o comercializadores
- Equipos de refrigeración instalados

⁴¹ La sistematización de las fichas se puede revisar en el anexo digital "Anexo 2 – Fichas", donde se presenta un archivo Excel con la sistematización de las fichas, cuyos documentos de respaldo son anexados también en la misma carpeta.



- Visita a tiendas de retail en Santiago con ventas de equipos de refrigeración
- Imágenes subidas en páginas técnicas para la reparación de equipos de refrigeración
- Imágenes subidas a páginas de venta de segunda mano de equipos de refrigeración

El resultado de los esfuerzos son 806 fichas de modelos de equipos de refrigeración, sin embargo, no todas cuentan con la totalidad de la información técnica disponible. Un resumen respecto a las dos principales características técnicas para la metodología utilizada (capacidad volumétrica y la carga de refrigerante) se presenta en la Tabla 4-24.

Tabla 4-24 Caracterización de fichas elaboradas

	Fichas Totales	Capacidad volumétrica conocida	Carga refrigerante conocida
Número	806	762	650
% del total	100%	94,5%	80,6%

Fuente: Elaboración propia en base a información base de las fichas

En la Figura 4-25 se presenta el diagrama de flujo que representa la metodología para la estimación de refrigerantes. En ella se distinguen tres posibles casos:

- 1. Es posible asociar un modelo con una ficha asociada al equipo importado o exportado.
- 2. No es posible asociar un modelo con una ficha asociada, pero se conoce el volumen del equipo⁴².
- 3. No es posible asociar un modelo con una ficha asociada, ni se conoce el volumen del equipo.

Figura 4-25 Metodología para la estimación de refrigerantes en equipos de refrigeración

Refrigerante total = \sum_{i} Contenido de refrigerante de cada refrigerador "i" Contenido de refrigerante de Caso 2: Se estima el contenido de refrigerador "i" refrigerante según volumen y relación ref/vol por código arancelario S ¿Se conoce la Promedio carga ¿Existe Νo capacidad refrigerante/volumen por ficha volumétrica del código arancelario asociada? equipo? Caso 3: Se estima el contenido de Sí refrigerante con regresión lineal por capacidad volumétrica asignada Caso 1: se asigna contenido de refrigerante de ficha Distribución de capacidad volumétrica según código arancelario

⁴² El volumen del equipo se conoce tanto por que se incluye en la ficha técnica (se conoce el volumen de 762 fichas técnicas) o por la descripción realizada por el importador o exportador en el formulario DIN.





En el primer caso se imputa la información técnica contenida en la ficha directamente, de esta forma la carga de refrigerante contenida es directamente la establecida en la ficha.

Para el segundo caso, se estima la relación promedio entre la carga de refrigerante y el volumen asociado de los equipos para cada uno de los códigos arancelarios en base a los resultados del primer caso. De esta forma la carga de refrigerante es igual al volumen del equipo multiplicado por el promedio de la carga/volumen del código arancelario correspondiente.

En el tercer caso, para cada código arancelario se estima el volumen promedio de los equipos, basados en los resultados del primer y segundo caso. Para estimar la carga de refrigerante se utiliza el mismo promedio de carga/volumen por código arancelario utilizada en el segundo caso.

Los valores de los promedios utilizados para cada uno de los códigos arancelarios se presentan en la Tabla 4-25.

Tabla 4-25 Valores promedios por código arancelario

Cód. Arancelario	Promedio carga refrigerante/volumen equipo [g/l]	Volumen promedio equipos [I]
8418.1000	0,450	315
8418.1011	0,398	191
8418.1012	0,398	257
8418.1013	0,343	344
8418.1019	0,305	526
8418.1090	0,309	571
8418.2100	0,459	386
8418.2110	0,835	70
8418.2120	0,696	146
8418.2130	0,283	260
8418.2190	0,292	423
8418.2200	0,372	213
8418.2900	1,475	165
8418.3000	0,452	272
8418.4000	0,323	279
8418.5000	0,624	650

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.18 e información técnicas de fichas

En la Tabla 4-26 se presenta el detalle por código arancelario y por año (incluyendo una tabla para el total agregado) del tipo de estimación según caso. En promedio, se puede observar que durante todo el periodo estudiado los códigos arancelarios comprendidos en "Combinación de refrigeración y congelador" (8410.10 y códigos arancelarios 8410.1011, 8410.1012, 8410.1013 y 8410.19) se estima mediante valor conocidos por ficha (primer caso). Cabe destacar que estas son los códigos con mayor número de equipos importados (ver Tabla 4-22). Por su parte, la mayoría de los restantes códigos arancelarios se han estimado según el volumen conocido y promedio de carga/ volumen por sub-partida (segundo caso). Lo anterior es cierto salvo para el código arancelarios 8418.2200 así como el código arancelario 8410.5000 (Los demás muebles)





se han estimado mayoritariamente según promedios por código arancelario de carga/volumen y volumen (tercer caso).

Asimismo, se puede apreciar que desde el año que desde el año 2009 se ha aumentado las estimaciones de la carga directamente desde la ficha, en detrimento de los otros dos métodos, alcanzando un promedio entre 30 y 40% de los equipos importados.

Tabla 4-26 Forma de estimación de la cantidad de refrigerante para las importaciones

iabi	a 4-20 FUIIIIa	ue estillia	icioni de la ca
1999	1	2	3
8418.1000	86,46%	0,21%	13,32%
8418.2100	9,89%	82,57%	7,54%
8418.2200	0,00%	88,62%	11,38%
8418.2900	0,00%	4,35%	95,65%
8418.3000	0,14%	16,44%	83,42%
8418.4000	0,00%	73,54%	26,46%
8418.5000	0,42%	7,35%	92,23%
Total	31,40%	41,26%	27,34%
2000	1	2	3
8418.1000	83,82%	0,41%	15,77%
8418.2100	4,33%	91,68%	3,99%
8418.2200	11,86%	0,11%	88,03%
8418.2900	0,00%	0,00%	100,00%
8418.3000	0,12%	46,01%	53,87%
8418.4000	0,00%	96,44%	3,56%
8418.5000	0,00%	15,91%	84,09%
Total	29,12%	49,14%	21,73%
2001	1	2	3
8418.1000	76,69%	16,37%	6,95%
8418.2100	5,84%	79,14%	15,02%
8418.2200	0,00%	2,31%	97,69%
8418.2900	1,72%	3,45%	94,83%
8418.3000	1,47%	22,21%	76,32%
8418.4000	0,05%	68,30%	31,65%
8418.5000	9,91%	24,10%	65,98%
Total	28,24%	43,79%	27,97%
2002	1	2	3
8418.1011	0,00%	36,54%	63,46%
8418.1012	71,77%	27,79%	0,45%
8418.1013	62,20%	22,52%	15,28%
8418.1019	21,83%	60,56%	17,61%
8418.1090	22,65%	25,88%	51,47%
8418.2110	3,60%	71,22%	25,18%
8418.2120	0,06%	89,20%	10,74%
8418.2130	5,71%	78,57%	15,71%
8418.2190	0,76%	67,83%	31,41%
8418.2200	6,06%	2,64%	91,29%
8418.2900	0,00%	14,52%	85,48%
8418.3000	2,99%	27,91%	69,10%
8418.4000	0,00%	87,14%	12,86%
8418.5000	1,80%	2,29%	95,91%
Total	19,98%	47,04%	32,97%

	, c. ac pa. a		
2003	1	2	3
8418.1011	0,00%	0,42%	99,58%
8418.1012	62,65%	36,95%	0,41%
8418.1013	56,50%	38,17%	5,33%
8418.1019	32,60%	62,36%	5,04%
8418.1090	0,00%	28,35%	71,65%
8418.2110	0,00%	75,73%	24,27%
8418.2120	1,89%	91,43%	6,69%
8418.2130	0,00%	91,41%	8,58%
8418.2190	2,40%	86,22%	11,38%
8418.2200	0,00%	0,17%	99,83%
8418.2900	0,00%	5,09%	94,91%
8418.3000	1,53%	30,01%	68,46%
8418.4000	0,00%	95,50%	4,50%
8418.5000	1,12%	4,74%	94,14%
Total	22,06%	59,66%	18,29%

2004	1	2	3
8418.1011	0,00%	84,64%	15,36%
8418.1012	54,26%	43,64%	2,10%
8418.1013	40,71%	39,18%	20,11%
8418.1019	23,77%	73,99%	2,24%
8418.1090	0,00%	1,19%	98,81%
8418.2110	17,91%	58,95%	23,14%
8418.2120	16,30%	80,15%	3,55%
8418.2130	0,72%	94,76%	4,52%
8418.2190	10,52%	77,62%	11,87%
8418.2200	50,85%	0,03%	49,12%
8418.2900	0,00%	64,60%	35,40%
8418.3000	1,86%	27,40%	70,75%
8418.4000	0,00%	91,67%	8,33%
8418.5000	0,36%	2,98%	96,66%
Total	19,39%	58,44%	22,17%

GreenLabUC

Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.



Т	2008	3	2	1	2005
	8418.1011	43,04%	56,96%	0,00%	8418.1011
_	8418.1012	2,05%	39,05%	58,90%	8418.1012
	8418.1013	24,31%	24,76%	50,93%	8418.1013
-		0,22%	83,16%	16,62%	8418.1019
+	8418.1019	71,70%	28,30%	0,00%	8418.1090
	8418.1090	38,30%	39,58%	22,13%	8418.2110
┸	8418.2110	0,24%	90,09%	9,67%	8418.2120
	8418.2120	0,01%	99,99%	0,00%	8418.2130
	8418.2130	2,81%	91,63%	5,56%	84182190
	8418.2190	99,72%	0,28%	0,00%	8418.2200
Т	8418.2900	69,05%	21,71%	9,23%	8418.2900
t	8418.3000	68,09%	31,52%	0,39%	8418.3000
т	8418.4000	34,15%	65,84%	0,02%	8418.4000
	8418.5000	90,83%	8,29%	0,88%	8418.5000
۰	Total	26,00%	53,11%	20,89%	Total
_	Total				
Т	2009	3	2	1	2006
†	8418.1011	6,61%	93,39%	0,00%	8418.1011
т	8418.1012	4,75%	88,11%	7,15%	8418.1012
H		19,17%	41,06%	39,77%	8418.1013
۰	8418.1013	0,75%	75,31%	23,94%	8418.1019
L	8418.1019	81,92%	18,08%	0,00%	8418.1090
1	8418.1090	43,87%	42,02%	14,11%	8418.2110
L	8418.2110	7,14%	78,76%	14,10%	8418.2120
	8418.2120	0,02%	99,97%	0,01%	8418.2130
	8418.2130	0,22%	98,61%	1,16%	8418.2190
	8418.2190	28,68%	71,24%	0,08%	8418.2200
Т	8418.2900	72,99%	18,97%	8,04%	8418.2900
t	8418.3000	56,99%	39,01%	4,00%	8418.3000
۳	84184000	10,21%	88,60%	1,18%	8418.4000
H	8418.5000	94,32%	5,02%	0,66%	8418.5000
۰	8418.5000 Total	22,73%	62,63%	14,64%	Total
_	Iotai				
Т	2010	3	2	1	2007
t	8418-1011	68,85%	31,15%	0,00%	8418.1011
	8418.1012	2.81%	29,59%	67,60%	8418.1012
t	8418.1013	20,00%	38,29%	41,71%	8418.1013
Т	8418,1019				8418.1013
t	8418.1090	1,80%	65,59%	32,61%	
T	8418.2110	74,18%	2,37%	23,45%	8418.1090
t	8418.2120	44,62%	39,51%	15,87%	8418.2110
	8418.2130	4,67%	82,71%	12,62%	8418.2120
	8418,2190	0,66%	98,88%	0,47%	8418.2130
	8418.2190	4,27%	91,73%	4,01%	8418.2190
t	8418.2900	89,55%	9,91%	0,54%	8418.2900
	8418.3000 8418.4000	75,03%	20,08%	4,90%	8418.3000
		15,60%	84,40%	0,00%	8418.4000
F	8418.5000	89.64%	5,81%	4,55%	8418.5000
H	Total	,			Total
		27,31%	48,89%	23,80%	Total

2008	1	2	3
			_
8418.1011	0,00%	98,68%	1,32%
8418.1012	48,37%	48,10%	3,54%
8418.1013	41,49%	49,21%	9,30%
8418.1019	31,15%	66,86%	2,00%
8418.1090	0,00%	9,65%	90,35%
8418.2110	19,49%	44,49%	36,02%
8418.2120	24,23%	57,32%	18,46%
8418.2130	0,00%	99,97%	0,03%
8418.2190	10,95%	66,10%	22,95%
8418.2900	0,00%	18,15%	81,85%
8418.3000	7,91%	27,93%	64,16%
8418.4000	4,32%	79,75%	15,93%
8418.5000	0,27%	3,26%	96,46%
Total	22,31%	46,98%	30,70%
2009	1	2	3
8418.1011	17,56%	81,08%	1,35%
8418.1012	66,60%	33,23%	0,17%
8418.1013	41,99%	57,99%	0,02%
8418.1019	47,93%	51,54%	0,53%
8418.1090	0,00%	28,92%	71,08%
8418.2110	13,04%	76,91%	10,04%
8418.2120	18,32%	58,49%	23,18%
8418,2130	40,25%	59.71%	0.04%
8418.2190	50,92%	40,83%	8,25%
8418.2900	6,93%	0,16%	92,90%
8418.3000	6,97%	26,02%	67,00%
84184000	2,86%	39,25%	57,88%
8418.5000	0,10%	13,83%	86,06%
Total	29,69%	43,42%	26,88%
Total	25,05%	43,4270	20,00%
2010	1	2	3
8418.1011	51,15%	39,55%	9,30%
8418.1012	61,40%	38,45%	0,15%
8418.1013	45,83%	54,16%	0,01%
8418.1019	40,15%	58,27%	1,58%
8418.1090	5,19%	85,14%	9,67%
8418-2110	16,01%	35,88%	48,11%
8418-2120	35,32%	46,34%	18,34%
8418.2130	4,94%	95,02%	0,04%
8418.2190	65,18%	9,80%	25,02%
8418-2900	0,00%	33,53%	66,47%
8418.3000	6,56%	34,57%	58,87%
8418.4000	0,47%	66,55%	32,98%
8418.5000	0,44%	12,44%	87,12%
Total	33,56%	43,01%	23,43%
TOLAI	,	,	,

GreenLabUC

Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.



2011	1	2	3
8418.1011	8,68%	75,11%	16,21%
8418.1012	61,51%	37,84%	0,65%
8418.1013	55,97%	43,69%	0,34%
8418.1019	52,00%	43,96%	4,04%
8418.1090	0,00%	62,54%	37,46%
8418.2110	19,66%	46,80%	33,55%
8418.2120	24,42%	54,76%	20,82%
8418.2130	10,05%	86,14%	3,81%
8418.2190	39,73%	51,23%	9,04%
8418.2900	5,37%	65,13%	29,51%
8418.3000	4,11%	47,84%	48,05%
8418.4000	27,75%	31,53%	40,72%
8418.5000	3,83%	21,87%	74,30%
Total	36,41%	40,95%	22,64%

2014	1	2	3
8418.1011	87,78%	8,87%	3,35%
8418.1012	75,15%	23,40%	1,45%
8418.1013	46,86%	53,03%	0,11%
8418.1019	66,55%	30,99%	2,46%
8418.1090	0,00%	28,28%	71,72%
8418.2110	17,07%	42,87%	40,06%
8418.2120	56,00%	38,96%	5,05%
8418.2130	25,64%	66,62%	7,74%
8418.2190	29,03%	55,51%	15,46%
8418.2900	12,79%	50,18%	37,03%
8418.3000	2,18%	82,39%	15,43%
8418.4000	54,08%	29,62%	16,30%
8418.5000	0,47%	15,77%	83,76%
Total	39,61%	43,52%	16,87%

2012	1	2	3
8418.1011	21,29%	6,58%	72,13%
8418.1012	53,11%	46,23%	0,67%
8418.1013	46,95%	52,52%	0,53%
8418.1019	65,60%	34,18%	0,22%
8418.1090	0,00%	54,83%	45,17%
8418.2110	21,08%	49,33%	29,59%
8418.2120	56,23%	42,79%	0,98%
8418.2130	0,04%	96,30%	3,66%
8418.2190	81,82%	16,82%	1,36%
8418.2900	1,06%	31,94%	67,00%
8418.3000	0,21%	76,99%	22,80%
8418.4000	61,38%	18,39%	20,23%
8418.5000	4,34%	18,73%	76,93%
Total	35,47%	43,49%	21,04%

2015	1	2	3
8418.1011	62,98%	34,72%	2,30%
8418.1012	52,09%	38,81%	9,10%
8418.1013	60,72%	38,09%	1,19%
8418.1019	64,45%	35,13%	0,42%
8418.1090	0,00%	89,27%	10,73%
8418.2110	24,75%	49,01%	26,24%
8418.2120	61,69%	35,58%	2,73%
8418.2130	0,00%	92,43%	7,57%
8418.2190	5,67%	83,20%	11,13%
8418.2900	0,00%	74,26%	25,74%
8418.3000	11,15%	72,87%	15,98%
8418.4000	37,83%	40,22%	21,95%
8418.5000	1,56%	14,81%	83,63%
Total	36,10%	43,16%	20,74%

2013	1	2	3
8418.1011	96,98%	2,55%	0,47%
8418.1012	65,13%	34,78%	0,09%
8418.1013	50,43%	49,40%	0,17%
8418.1019	75,57%	24,40%	0,03%
8418.1090	20,00%	42,33%	37,67%
8418.2110	19,63%	49,46%	30,91%
8418.2120	51,63%	48,30%	0,07%
8418.2130	19,14%	80,73%	0,14%
8418.2190	58,82%	24,01%	17,18%
8418.2900	0,00%	16,58%	83,42%
8418.3000	1,90%	79,92%	18,19%
8418.4000	63,78%	21,97%	14,25%
8418.5000	1,24%	17,01%	81,75%
Total	41,80%	41,29%	16,91%

Periodo total	1	2	3
8418.1000	81,43%	7,11%	11,46%
8418.1011	43,88%	31,74%	24,38%
8418.1012	60,20%	37,73%	2,07%
8418.1013	48,75%	43,41%	7,84%
8418.1019	50,15%	47,80%	2,05%
8418.1090	3,82%	37,71%	58,47%
8418.2100	6,39%	84,47%	9,14%
8418.2110	18,29%	47,75%	33,96%
8418.2120	39,85%	52,17%	7,98%
8418.2130	4,49%	91,81%	3,69%
8418.2190	14,59%	75,68%	9,73%
8418.2200	11,49%	5,94%	82,58%
8418.2900	4,33%	34,35%	61,32%
8418.3000	4,38%	58,16%	37,46%
8418.4000	26,03%	51,16%	22,81%
8418.5000	1,89%	14,41%	83,70%
Total	31,84%	45,87%	22,30%

Fuente: Elaboración propia en base a la partida arancelaria 84.18

En la Tabla 4-27 se presentan los mismos resultados para la exportación de equipos. Es destacable que se utiliza directamente la carga de la ficha técnica en el periodo 2004-2012, y no en el último periodo. Lo anterior responde a que buena parte de los equipos exportados no son vendidos actualmente en el retail nacional, y luego la mayor parte de las fichas asociadas a exportaciones fueron elaborados en la visita de páginas de ventas de equipos usados en los países latinoamericanos a los que típicamente se exportan estos equipos. Lo anterior se traduce en que las fichas elaboradas responden a productos exportados en ese periodo de tiempo y no

1

2

2001



en los últimos años. Aun así se consigue que 31,5% de los equipos exportados en el periodo 1999-2015 cuentan con su carga de refrigerante estimada directamente desde fichas técnicas.

Tabla 4-27 Forma de estimación de la cantidad de refrigerante para las exportaciones

LUUI			
8418.1000	48,40%	30,36%	21,25%
8418.2100	0,00%	44,62%	55,38%
8418.2200	0,00%	91,91%	8,09%
8418.2900	0,00%	0,00%	100,00%
8418.3000	0,00%	0,00%	100,00%
8418.4000	0,00%	0,00%	100,00%
8418.5000	0,00%	14,90%	85,10%
Total	36,91%	29,75%	33,34%
Total	30,3170	25,7570	33,5470
2002	1	2	3
8418.1011	0,00%	33,33%	66,67%
8418.1012	1,91%	91,21%	6,88%
8418.1013	54,54%	45,16%	0,31%
8418.1019	28,39%	49,16%	22,45%
8418.1090	0,00%	97,06%	2,94%
8418.2110	0,00%	21,21%	78,79%
8418.2120	0,00%	16,67%	83,33%
8418.2130	0,00%	100,00%	0,00%
8418.2190	0,00%	81,18%	18,82%
8418.2200	0,00%	0,00%	100,00%
8418.2900	0,00%	0,00%	100,00%
8418.3000	0.00%	76,92%	23,08%
8418.4000	0,00%	6,67%	93,33%
8418.5000	11,67%	28,68%	59,65%
Total	23,76%	53,69%	22,55%
	-		
2003	1	2	3
8418.1011	0,00%	100,00%	0,00%
8418.1012	54,81%	44,32%	0,87%
8418.1013	20,57%	79,22%	0,21%
8418.1013 8418.1019	23,24%	76,72%	0,04%
8418.1019 8418.1090	23,24% 0,00%	76,72% 0,00%	0,04% 100,00%
8418.1019 8418.1090 8418.2110	23,24% 0,00% 0,00%	76,72% 0,00% 0,00%	0,04% 100,00% 100,00%
8418.1019 8418.1090	23,24% 0,00%	76,72% 0,00%	0,04% 100,00%
8418.1019 8418.1090 8418.2110 8418.2120 8418.2130	23,24% 0,00% 0,00% 0,00% 0,00% 0,02%	76,72% 0,00% 0,00% 100,00% 99,92%	0,04% 100,00% 100,00% 0,00% 0,06%
8418.1019 8418.1090 8418.2110 8418.2120	23,24% 0,00% 0,00% 0,00% 0,00% 0,02% 0,00%	76,72% 0,00% 0,00% 100,00% 99,92% 99,91%	0,04% 100,00% 100,00% 0,00% 0,06% 0,09%
8418.1019 8418.1090 8418.2110 8418.2120 8418.2130	23,24% 0,00% 0,00% 0,00% 0,00% 0,02%	76,72% 0,00% 0,00% 100,00% 99,92%	0,04% 100,00% 100,00% 0,00% 0,06%
8418.1019 8418.1090 8418.2110 8418.2120 8418.2130 8418.2190	23,24% 0,00% 0,00% 0,00% 0,00% 0,02% 0,00%	76,72% 0,00% 0,00% 100,00% 99,92% 99,91%	0,04% 100,00% 100,00% 0,00% 0,06% 0,09%
8418.1019 8418.1090 8418.2110 8418.2120 8418.2130 8418.2190 8418.2200	23,24% 0,00% 0,00% 0,00% 0,02% 0,00% 0,00%	76,72% 0,00% 0,00% 100,00% 99,92% 99,91% 0,00%	0,04% 100,00% 100,00% 0,00% 0,06% 0,09% 100,00%
8418.1019 8418.1090 8418.2110 8418.2120 8418.2130 8418.2190 8418.2200 8418.2900	23,24% 0,00% 0,00% 0,00% 0,02% 0,00% 0,00% 0,00%	76,72% 0,00% 0,00% 100,00% 99,92% 99,91% 0,00% 0,00%	0,04% 100,00% 100,00% 0,00% 0,06% 0,09% 100,00%
8418.1019 8418.1090 8418.2110 8418.2120 8418.2130 8418.2190 8418.2200 8418.2900 8418.3000	23,24% 0,00% 0,00% 0,00% 0,02% 0,00% 0,00% 0,00% 0,00%	76,72% 0,00% 0,00% 100,00% 99,92% 99,91% 0,00% 0,00% 57,53%	0,04% 100,00% 100,00% 0,00% 0,06% 0,09% 100,00% 100,00% 42,47%
8418.1019 8418.1090 8418.2110 8418.2120 8418.2130 8418.2190 8418.2900 8418.3000 8418.4000	23,24% 0,00% 0,00% 0,00% 0,02% 0,00% 0,00% 0,00% 0,00%	76,72% 0,00% 0,00% 100,00% 99,92% 0,00% 0,00% 57,53% 54,55%	0,04% 100,00% 100,00% 0,00% 0,06% 0,09% 100,00% 42,47% 45,45%

2004	1	2	3
8418.1012	65,70%	34,30%	0,00%
8418.1013	29,40%	70,60%	0,00%
8418.1019	16,29%	83,71%	0,01%
8418.1090	0,00%	0,00%	100,00%
8418.2110	0,00%	0,00%	100,00%
8418.2130	0,00%	98,88%	1,12%
8418.2190	0,01%	99,99%	0,00%
8418.2200	0,00%	0,00%	100,00%
8418.3000	0,00%	0,00%	100,00%
8418.4000	88,57%	5,71%	5,71%
8418.5000	3,02%	66,30%	30,68%
Total	30,19%	63,14%	6,67%
2005	1	2	3
8418.1012	64,92%	35,08%	0,00%
8418.1013	24,51%	75,49%	0,00%
8418.1019	20,59%	79,40%	0,01%
8418.2110	0,00%	86,96%	13,04%
8418.2120	0,00%	83,61%	16,39%
8418.2130	21,20%	78,80%	0,00%
8418.2190	0,02%	99,97%	0,01%
8418.2900	0,00%	0,00%	100,00%
8418.3000	0,00%	97,67%	2,33%
8418.4000	0,00%	95,22%	4,78%
8418.5000	2,05%	71,36%	26,58%
Total	27,34%	64,72%	7,94%
2006	1	2	3
8418.1011	0,00%	100,00%	0,00%
8418.1012	81,21%	18,78%	0,02%
8418.1013	29,29%	70,18%	0,53%
8418.1019	27,31%	72,69%	0,00%
8418.1090	0,00%	98,25%	1,75%
8418.2110	0,00%	2,86%	97,14%
8418.2120	0,00%	0,99%	99,01%
8418.2130	29,11%	70,89%	0,00%
8418.2190	5,58%	94,42%	0,01%
8418.2200	0,00%	0,00%	100,00%
8418.2900	0,00%	0,00%	100,00%
8418.3000	0,00%	0,05%	99,95%
8418.4000	0,00%	71,43%	28,57%
9/19 5000	2 16%	53 33%	AA 5190

2,16%

38,12%

53,33%

52,47%

44,51%

9,41%

Informe Final

8418.5000

Total

GreenLabUC

Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.



2007	1	2	3
8418.1011	0,00%	76,19%	23,81%
8418.1012	71,93%	27,57%	0,50%
8418.1013	37,86%	53,65%	8,49%
8418.1019	33,12%	66,87%	0,01%
8418.1090	0,00%	100,00%	0,00%
8418.2110	0,00%	2,50%	97,50%
8418.2120	0,00%	0,00%	100,00%
8418.2130	18,85%	81,15%	0,00%
8418.2190	3,57%	96,43%	0,00%
8418.2900	0,00%	0,00%	100,00%
8418.3000	0,00%	38,46%	61,54%
8418.4000	0,00%	66,67%	33,33%
8418.5000	2,02%	57,24%	40,74%
Total	35,51%	54,09%	10,41%

2010	1	2	3
8418.1011	0,00%	0,00%	100,00%
8418.1012	55,39%	44,60%	0,00%
8418.1013	37,00%	63,00%	0,00%
8418.1019	81,18%	18,81%	0,01%
8418.2110	0,00%	99,45%	0,55%
8418.2120	0,00%	97,66%	2,34%
8418.2130	53,78%	46,22%	0,00%
8418.2190	0,00%	93,75%	6,25%
8418.2900	0,00%	0,00%	100,00%
8418.3000	0,00%	75,00%	25,00%
8418.4000	0,00%	89,71%	10,29%
8418.5000	0,02%	0,18%	99,80%
Total	35,65%	33,06%	31,29%

2008	1	2	3
8418.1011	0,00%	0,37%	99,63%
8418.1012	64,92%	35,07%	0,01%
8418.1013	65,20%	33,94%	0,86%
8418.1019	26,18%	68,64%	5,18%
8418.1090	0,00%	98,59%	1,41%
8418.2110	5,88%	70,59%	23,53%
8418.2120	0,00%	68,00%	32,00%
8418.2130	75,76%	24,23%	0,01%
8418.2190	22,59%	77,41%	0,00%
8418.2900	0,00%	0,00%	100,00%
8418.3000	0,00%	16,67%	83,33%
8418.4000	0,00%	70,18%	29,82%
8418.5000	2,01%	42,48%	55,51%
Total	41,87%	43,05%	15,07%

2011	1	2	3
8418.1011	0,00%	93,94%	6,06%
8418.1012	55,91%	43,44%	0,65%
8418.1013	49,51%	50,07%	0,42%
8418.1019	66,45%	33,51%	0,04%
8418.2110	79,21%	1,49%	19,31%
8418.2120	0,00%	100,00%	0,00%
8418.2130	16,70%	83,30%	0,00%
8418.2190	0,00%	100,00%	0,00%
8418.2900	0,00%	80,00%	20,00%
8418.3000	0,00%	90,00%	10,00%
8418.4000	1,61%	17,74%	80,65%
8418.5000	0,00%	5,38%	94,62%
Total	34,12%	36,75%	29,12%

2009	1	2	3
8418.1011	0,00%	0,57%	99,43%
8418.1012	31,91%	67,84%	0,25%
8418.1013	54,16%	45,83%	0,01%
8418.1019	75,54%	24,43%	0,03%
8418.1090	0,00%	100,00%	0,00%
8418.2110	0,00%	0,00%	100,00%
8418.2120	0,00%	93,62%	6,38%
8418.2130	41,28%	58,72%	0,00%
8418.2190	76,05%	22,05%	1,90%
8418.2900	0,00%	0,00%	100,00%
8418.3000	0,00%	50,00%	50,00%
8418.4000	0,00%	0,99%	99,01%
8418.5000	0,00%	1,41%	98,59%
Total	28,15%	31,73%	40,12%

2012	1	2	3
8418.1011	0,00%	98,68%	1,32%
8418.1012	71,05%	28,95%	0,00%
8418.1013	79,21%	20,79%	0,00%
8418.1019	74,96%	25,02%	0,02%
8418.1090	0,00%	20,00%	80,00%
8418.2110	71,22%	28,78%	0,00%
8418.2120	0,00%	92,59%	7,41%
8418.2130	19,00%	76,74%	4,26%
8418.2190	0,00%	100,00%	0,00%
8418.2900	0,00%	0,00%	100,00%
8418.3000	0,00%	80,00%	20,00%
8418.4000	0,00%	1,82%	98,18%
8418.5000	0,11%	0,83%	99,06%
Total	48,78%	21,94%	29,28%

GreenLabUC

Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.



2013	1	2	3
8418.1011	0,00%	97,50%	2,50%
8418.1012	80,62%	19,11%	0,27%
8418.1013	59,94%	40,03%	0,03%
8418.1019	22,72%	77,28%	0,00%
8418.2110	0,00%	100,00%	0,00%
8418.2120	0,00%	2,78%	97,22%
8418.2130	4,56%	91,33%	4,11%
8418.2190	0,00%	0,00%	100,00%
8418.2900	0,00%	50,00%	50,00%
8418.3000	0,00%	29,58%	70,42%
8418.4000	0,00%	0,00%	100,00%
8418.5000	0,29%	2,40%	97,31%
Total	23,18%	26,05%	50,77%

2015	1	2	3
8418.1011	81,50%	2,34%	16,15%
8418.1012	12,70%	77,92%	9,38%
8418.1013	0,09%	99,53%	0,38%
8418.1019	0,14%	99,86%	0,00%
8418.2110	1,19%	93,53%	5,28%
8418.2120	39,02%	58,54%	2,44%
8418.2130	99,13%	0,20%	0,67%
8418.2190	1,59%	17,46%	80,95%
8418.2900	0,00%	0,00%	100,00%
8418.3000	22,73%	75,00%	2,27%
8418.4000	82,35%	5,88%	11,76%
8418.5000	0,42%	4,85%	94,73%
Total	11,29%	49,00%	39,71%

2014	1	2	3
8418.1011	89,12%	0,94%	9,95%
8418.1012	34,20%	63,31%	2,49%
8418.1013	16,44%	80,58%	2,97%
8418.1019	1,65%	98,32%	0,04%
8418.2110	0,00%	100,00%	0,00%
8418.2120	0,00%	100,00%	0,00%
8418.2130	74,47%	20,76%	4,77%
8418.2190	0,00%	10,20%	89,80%
8418.3000	0,00%	36,36%	63,64%
8418.5000	0,99%	13,09%	85,92%
Total	12,05%	32,80%	55,15%

Periodo total	1	2	3
8418.1000	48,40%	30,36%	21,25%
8418.1011	70,70%	4,88%	24,42%
8418.1012	61,04%	38,19%	0,78%
8418.1013	40,45%	58,42%	1,13%
8418.1019	39,22%	58,82%	1,96%
8418.1090	0,00%	98,36%	1,64%
8418.2100	0,00%	44,62%	55,38%
8418.2110	22,24%	66,48%	11,29%
8418.2120	0,96%	44,94%	54,10%
8418.2130	29,34%	70,02%	0,64%
8418.2190	4,49%	93,91%	1,60%
8418.2200	0,00%	84,46%	15,54%
8418.2900	0,00%	1,37%	98,63%
8418.3000	0,86%	12,22%	86,92%
8418.4000	10,22%	47,08%	42,70%
8418.5000	1,53%	28,85%	69,62%
Total	31,51%	46,81%	21,67%

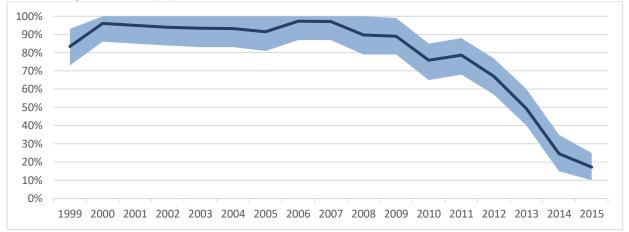
Fuente: Elaboración propia en base a la partida arancelaria 84.18

Respecto a la distribución por tipo de refrigerante se utiliza la misma proporción en la que se han venido usando anualmente por sub-partida, la cual se estima a partir de los casos 1, considerando un nivel de incertidumbre asociado, a lo cual se suma un rango de incertidumbre de ±10% en el caso de los refrigeradores y de ±20% para el caso de arcones, armarios y otros muebles. La diferencia en el rango de incertidumbre se asocia a la mayor proporción de los equipos para los cuales se conoce el refrigerante.



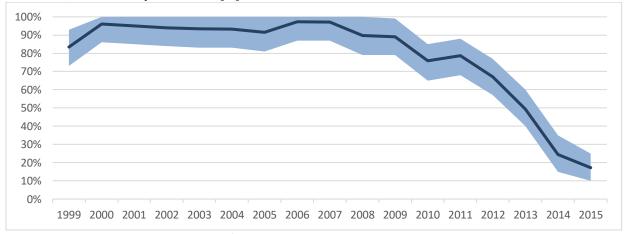


Figura 4-26 Distribución de equipos que utilizan HFC-134a como refrigerante, en códigos arancelarios 8418.10XX y 8418.2XXX [%]



Fuente: Elaboración propia en base a la partida arancelaria 84.18

Figura 4-27 Distribución de equipos que utilizan R-404A como refrigerante, en códigos arancelarios 8418.3000, 8418.4000 y 8418.5000 [%]



Fuente: Elaboración propia en base a la partida arancelaria 84.18

A partir de la aplicación de la metodología y supuestos recién descritos se puede realizar la estimación de refrigerante importado y exportado en equipos de refrigeración. La Figura 4-28 y la Figura 4-29 presenta respectivamente el rango de las importaciones y exportaciones de la suma de sustancias con HFC. Al año 2015 las importaciones alcanzarían 12,5 [7,5 - 19,9]⁴³ toneladas, mientras que las exportaciones alcanzarían 2,6 [1,5 - 4,3] toneladas, es decir, en

⁴³ La nomenclatura a utilizar para los resultados con incertidumbre es: Percentil 50 [Percentil 5 - Percentil 95]. El percentil 50 corresponde a la mediana de los resultados, lo cual quiere decir, que en la mitad de los casos de Montecarlo simulados los resultados estaban por debajo y la mitad por arriba, mientras que el rango [Percentil 5 – Percentil 95] se puede entender como que en el 90% de los ensayos de Montecarlo los resultados estaban en dicho rango.





torno al 20,8% de las importaciones. Los resultados numéricos también son incluidos en el "Anexo 3 - BD Resultados HFC", en la pestaña "HFC en Equipos de Refrigeración".

Figura 4-28 Importación de sustancias con HFC en equipos de refrigeración [kg de HFC]

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.18



Figura 4-29 Exportación de sustancias con HFC en equipos de refrigeración [kg de HFC]

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.18

En la Tabla 4-28 y Tabla 4-30 (para HFC-134a), y en la Tabla 4-29 y Tabla 4-31 (para R-404A) se presenta el resultado de la estimación de HFC contenido en cada una de las sub-partidas de equipos de refrigeración para importación y exportación, respectivamente. Se observa como han disminuido el peso de las sub-partidas arancelarias 8418.10 en los últimos años lo cual está asociado al uso de R-600a en lugar de HFC-134a. Por su parte, se destaca la relevancia que están adquiriendo los equipos congeladores importados en las sub-partidas arancelarias 8418.3000 y 8418.5000, siendo estas las únicas sub-partidas con importaciones y exportaciones de R-404A.





Tabla 4-28 Estimación de HFC-134a contenido en importaciones de equipos de refrigeración por código arancelario [kg de HFC]

Año	8418.	8418.	8418.	8418.	8418.	8418.	8418.	8418.	8418.	8418.	8418.	8418.	8418.	8418.	8418.	8418.	Total
	1000	1011	1012	1013	1019	1090	2100	2110	2120	2130	2190	2200	2900	3000	4000	5000	
1999	1.603						1.980					12	13			1	3.609
2000	2.669						3.194					120	32				6.014
2001	3.569						3.442					42	13		3	1	7.070
2002		3	407	3.369	2.437	49		381	145	1.628	890	905	267			4	10.484
2003		33	980	4.180	3.149	97		355	430	2.065	419	216	111	5			12.039
2004		18	1.208	5.427	2.927	177		742	593	2.386	769	120	376				14.742
2005		3	1.114	5.790	3.023	186		785	583	1.608	2.148	26	1.009			7	16.282
2006		23	1.010	6.789	3.025	251		991	584	2.639	2.325	53	1.452	105	14	7	19.268
2007		31	3.952	5.697	3.536	115		1.299	2.021	1.327	1.137		1.709	203		47	21.074
2008		146	5.445	4.586	4.613	109		1.509	1.369	818	1.617		1.425	135	92	8	21.871
2009		762	5.482	3.680	4.031	140		951	692	843	1.126		1.104	0	71		18.882
2010		178	9.929	4.017	5.746	149		2.029	2.390	703	292		978	1	4	11	26.429
2011		144	10.241	4.555	6.987	112		1.540	1.567	174	255		585	3		158	26.321
2012		1.356	10.091	4.433	6.883	49		1.740	1.449	326	483		2.162			331	29.304
2013		1.205	7.542	4.209	5.232	57		1.516	817	608	311		897	0		89	22.483
2014		539	2.781	1.138	2.268	9		922	646	92	58		507		0	13	8.972
2015		55	1.494	848	2.178	48		999	781	32	85		198			142	6.861

Resultados para la mediana

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.18





Tabla 4-29 Estimación de R-404A contenido en importaciones de equipos de refrigeración por código arancelario [kg de HFC]

Año	8418.3000	8418.4000	8418.5000	Total
1999	1.326	375	712	2.413
2000	1.585	555	1.139	3.280
2001	2.188	986	1.115	4.289
2002	2.097	1.269	2.148	5.514
2003	2.241	1.592	2.905	6.739
2004	2.666	1.213	4.051	7.930
2005	2.650	1.641	5.250	9.541
2006	3.661	1.533	4.964	10.158
2007	4.078	1.665	6.030	11.773
2008	3.292	1.192	5.952	10.436
2009	1.692	1.482	3.533	6.708
2010	1.950	439	5.458	7.847
2011	1.840	335	6.517	8.691
2012	1.565	214	5.046	6.826
2013	1.667	191	4.250	6.108
2014	1.324	173	2.118	3.615
2015	1.350	244	4.025	5.618

Resultados para la mediana

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.18





Tabla 4-30 Estimación de HFC-134a contenido en exportaciones de equipos de refrigeración por código arancelario [kg de HFC]

						•								
Año	8418. 1000	8418. 1011	8418. 1012	8418. 1013	8418. 1019	8418. 1090	8418. 2100	8418. 2110	8418. 2120	8418. 2130	8418. 2190	8418. 2200	8418. 2900	Total
2001	1.791					-	234					22	0	2.047
	1./91	-	-	_	-		254	-	-	-	_	22	U	
2002	-	0	754	3.106	1.145	212	-	2	1	420	613	0	0	6.253
2003	-	0	2.678	2.759	945	0	-	0	0	1.046	610	0	2	8.041
2004	-	-	6.404	4.249	1.728	0	-	0	-	534	1.347	1	-	14.263
2005	-	-	6.219	3.670	1.907	-	-	3	5	526	1.189	-	0	13.520
2006	-	0	7.035	3.589	2.240	74	-	2	10	673	1.494	0	1	15.118
2007	-	2	7.272	3.991	2.700	172	-	4	26	698	1.548	-	1	16.413
2008	-	19	6.182	3.364	3.542	17	-	1	2	1.129	739	-	36	15.032
2009	-	24	2.248	2.232	1.497	68	-	0	16	846	25	-	0	6.956
2010	-	0	3.385	2.716	1.204	-	-	6	22	1.104	1	-	1	8.439
2011	-	2	4.143	3.279	1.794	-	-	2	4	998	1	-	2	10.225
2012	-	4	3.368	3.038	2.402	1	-	2	1	440	3	-	0	9.260
2013	-	1	1.312	817	398	-	-	4	25	350	0	-	1	2.909
2014	-	79	391	321	95	-	-	2	0	109	6	-	-	1.003
2015	-	166	584	240	98	-	-	12	0	181	1	-	7	1.290

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.18





Tabla 4-31 Estimación de R-404A contenido en exportaciones de equipos de refrigeración por código arancelario [kg de HFC]

Año	8418.3000	8418.4000	8418.5000	Total
1999	0	4	1.168	1.172
2000	2	5	9.503	9.510
2001	13	11	9.798	9.822
2002	1	27	9.467	9.495
2003	10	12	12.586	12.608
2004	243	1	10.021	10.264
2005	2	7	13.551	13.559
2006	1	5	12.550	12.556
2007	0	4	8.042	8.046
2008	1	1	6.407	6.409
2009	0	2	5.715	5.717
2010	0	1	2.612	2.613
2011	2	0	2.401	2.402
2012	1	-	1.918	1.919
2013	1	0	1.347	1.348
2014	0	4	1.168	1.172
2015	2	5	9.503	9.510

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.18

En la Tabla 4-32 se presenta el consolidado según sustancias puras de las sustancias importadas dentro de la partida arancelaria 84.18, mientras que por su parte en la Tabla 4-33 se presenta el mismo resultado para las exportaciones.





Tabla 4-32 Estimación de contenido de HFC por sustancia pura en importaciones de equipos de refrigeración en partida arancelaria 84.18 [kg de HFC]

Año	HFC-125	HFC-134a	HFC-143a	Total
1999	1.062	3.706	1.255	6.022
2000	1.443	6.146	1.705	9.294
2001	1.912	7.241	2.255	11.408
2002	2.445	10.705	2.886	16.036
2003	2.971	12.309	3.510	18.790
2004	3.489	15.059	4.124	22.672
2005	4.200	16.664	4.963	25.826
2006	4.470	19.675	5.282	29.427
2007	5.180	21.545	6.122	32.847
2008	4.592	22.289	5.427	32.307
2009	2.951	19.150	3.488	25.590
2010	3.453	26.742	4.080	34.275
2011	3.824	26.669	4.520	35.013
2012	3.003	29.577	3.549	36.130
2013	2.688	22.728	3.176	28.592
2014	1.591	9.117	1.880	12.587
2015	2.472	7.086	2.921	12.479

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.18

Tabla 4-33 Estimación de contenido de HFC por sustancia pura en exportaciones de equipos de refrigeración en partida arancelaria 84.18 [kg de HFC]

Año	HFC-125	HFC-134a	HFC-143a	Total
2001	516	2.094	609	3.219
2002	4.185	6.633	4.945	15.763
2003	4.322	8.434	5.108	17.863
2004	4.178	14.642	4.938	23.758
2005	5.548	14.024	6.557	26.129
2006	4.516	15.529	5.337	25.383
2007	5.966	16.956	7.051	29.973
2008	5.525	15.534	6.529	27.588
2009	3.540	7.278	4.184	15.002
2010	2.820	8.695	3.333	14.848
2011	2.516	10.454	2.973	15.942
2012	1.150	9.364	1.359	11.872
2013	1.057	3.005	1.249	5.311
2014	844	1.080	998	2.922
2015	593	1.344	701	2.638

Resultados para la mediana

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.18

En las Figura 4-30 y Figura 4-31 se presentan, respectivamente, las estimaciones de las importaciones y exportaciones según sustancia refrigerante. Para mejor comprensión de la





información se presentan los resultados para el percentil 50. Sin perjuicio de esto las bases de datos digitales anexas al estudio presenta la información detallada por percentil para cada una de las sustancias⁴⁴.

Se observa la relevancia del HFC-134a, especialmente hasta los primeros años de la presente década. La disminución de su peso relativo responde principalmente a la entrada del R-600a como un refrigerante alternativo en los equipos de refrigeración doméstico. Cabe destacar que de acuerdo a CTI⁴⁵, en el último tiempo en torno al 30% de los equipos importados vendrían con HFC-134a como refrigerante, mientras que el resto vendrían cargados R-600a. Por su parte, Servimet⁴⁶ menciona respecto a los equipos con fines comerciales que existe también una tendencia a dejar de utilizar HFC-134a y R-404A en los equipos a cambio de utilizar otras sustancias como R-290 y el mismo R-600a.

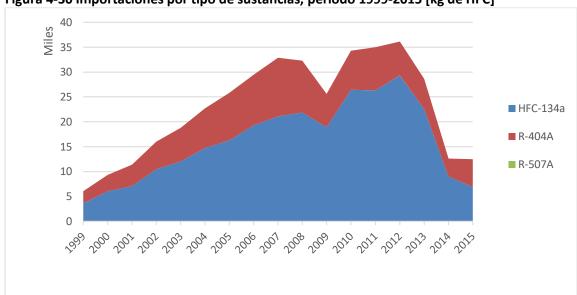


Figura 4-30 Importaciones por tipo de sustancias, periodo 1999-2015 [kg de HFC]

Resultados para la mediana

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.18

^{44 &}quot;Anexo 3- BD Resultados HFC", Pestaña "HFC en Equipos Refrigeracion"

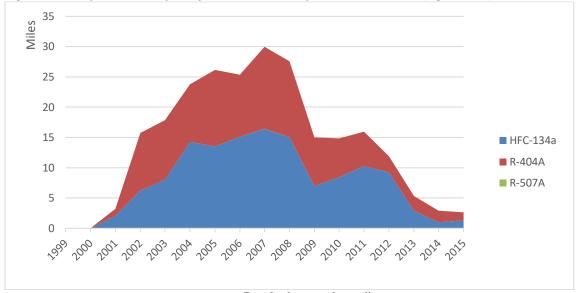
⁴⁵ Entrevista presencial realizada el 28 de Noviembre del 2016, se puede revisar la minuta en los anexos.

⁴⁶ Entrevista presencial realizada el 20 de Marzo del 2017, se puede revisar la minuta en los anexos.





Figura 4-31 Exportaciones por tipo de sustancias, periodo 1999-2015 [kg de HFC]



Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.18

4.2.2 Equipos de Aire Acondicionado

La presente sección tiene el objetivo de cuantificar y tipificar el refrigerante HFC contenido en equipos de aire acondicionados (AA) importados y exportados. Para el estudio de los equipos de AA se analizó la partida arancelaria 84.15⁴⁷ del Servicio Nacional de Aduanas. De dicha partida se consideran los códigos arancelarios presentados en la Tabla 4-34. La partida arancelaria 84.15 incluye dos códigos arancelarios adicionales⁴⁸, los cuales no son considerados, pues los artículos contenidos en dichas importaciones/exportaciones no contienen refrigerante.

Tabla 4-34 Partidas y códigos arancelarios de equipos de aire acondicionado

Partida	Cód. Arancelario	Descripción
	8415.1000	De pared o para ventanas, formando un solo cuerpo o del tipo sistema de elementos separados (<split-system>)</split-system>
84.15	8415.2000	De los tipos utilizados en vehículos automóviles para sus ocupantes
04.15	8415.8100	Con equipo de enfriamiento y válvula de inversión del ciclo térmico (bombas de calor reversibles)
	8415.8200	Los demás, con equipo de enfriamiento

Fuente: Arancel Aduanero Chileno (Servicio Nacional de Aduanas, n.d.)

Informe Final 147

_

⁴⁷ Máquinas y aparatos para acondicionamiento de aire que comprendan un ventilador con motor y los dispositivos adecuados para modificar la temperatura y la humedad, aunque no regulen separadamente el grado higrométrico.

^{48 &}quot;8415.8300 – Los demás equipos sin equipo de enfriamiento" y "8415.9000 – Partes"





El análisis se realiza de forma diferenciada para los equipos de AA fijos y vehicular, esto pues el código arancelario 8415.2000 contiene sólo los equipos de AA vehicular que son instalados de forma local, mientras que el grueso de los AA vehiculares son aquellos AA que vienen instalado desde origen en los vehículos. De esta forma los AA fijo incluirán los códigos arancelarios 8415.1000, 8415.8100 y 8415.8200, mientras que el AA vehicular considerará el código arancelario 8415.2000, además de los AA instalados en origen en vehículos.

4.2.2.1 AA fijo

Esta categoría considera los equipos de AA no diseñados para vehículos, es decir, los códigos arancelarios 8415.1000 + 8415.8100 + 8415.8200. Todas las importaciones y exportaciones de estos códigos en las operaciones de interés son cuantificadas en "unidades".

Se realiza un primer barrido de los códigos arancelarios considerados identificando aquellos casos en que se las importaciones o exportaciones estén asignadas erróneamente al código arancelario, por ejemplo, piezas de aire acondicionado en lugar de equipos, encontrándose que 2,7% de las unidades corresponden a partes de equipos de AA o kit para instalación o mantención.

También se controlan *outliers* identificados por presentar un número significativo de equipos importados con un FOB unitario muy menor (en dos grados de magnitud al menos) al promedio del FOB unitarios de equipos similares importados el mismo año. En dichos casos se corrige el número de equipos utilizando la división entre el FOB y el FOB unitario promedio. Se trata de casos muy puntuales que no superan los 15 registros totales.

En la Tabla 4-35 se presentan las importaciones por unidades según cada una de las subpartidas. Se observa que el código arancelario 8415.1000 contiene la mayor cantidad de equipos, seguida por la código arancelario 8415.8100 seguida muy de cerca por el código arancelario 8415.8200.





Tabla 4-35 Importaciones de aire acondicionado fijo [n° de unidades]

Año	8415.1000	8415.8100	8415.8200	Total
1999	2.339	1.775	1.592	5.706
2000	9.585	3.230	1.789	14.604
2001	9.879	2.862	3.117	15.858
2002	15.149	4.239	8.953	28.341
2003	18.604	3.970	25.709	48.283
2004	30.955	8.582	6.782	46.319
2005	33.009	11.117	10.648	54.774
2006	33.974	18.138	12.761	64.873
2007	40.060	20.166	13.586	73.812
2008	42.547	28.257	27.868	98.672
2009	30.368	16.650	10.825	57.843
2010	66.249	22.100	22.040	110.389
2011	71.992	29.036	26.026	127.054
2012	91.856	35.499	40.312	167.667
2013	89.447	27.144	44.730	161.321
2014	96.968	44.795	39.103	180.866
2015	87.808	45.900	40.739	174.447

Fuente: Elaboración propia en base a datos de partida arancelaria 84.15

En la Figura 4-32 se presentan los mismos datos de forma gráfica, observándose un alza sostenida a través del tiempo con una fuerte caída el año 2009, la cual es atribuible a la crisis económica mundial. Las importaciones pasaron desde 5.706 unidades en año 1999 a 174.447 en el año 2015. Lo anterior representa un crecimiento anual promedio de 23,8%. Dicho crecimiento es influenciado por lo pequeña de las importaciones de AA en el primer año.

En el periodo posterior a la crisis, 2010-2015, se observa una tendencia clara al crecimiento en las tres sub-partidas. Sin embargo, es destacable que el nivel de crecimiento ha sido distinto, con la partida arancelaria 8415.1000, teniendo un crecimiento menos intenso que las otras partidas. El crecimiento anual para dicho periodo es de 5,8%, 15,7% y 13,1% respectivamente para los códigos arancelarios 8415.1000, 8415.8100 y 8415.8200. Aun así, las importaciones del código arancelario 8415.1000 representan más de la mitad de las importaciones de aire acondicionados no vehiculares.





200 Thousands 180 160 140 120 ■ 8415.8200 100 **8415.8100 8415.1000** 80 60 20

Figura 4-32 Importaciones de aire acondicionado fijo [nº de unidades]

Fuente: Elaboración propia en base a datos de partida arancelaria 84.15

1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015

Respecto a las exportaciones (Tabla 4-36 y Figura 4-33), cabe destacar que estas son de una magnitud muy menor a las importaciones de aire acondicionados, representando el 0,5% de las importaciones en el mismo periodo y en ningún año los equipos exportados superan las 1.000 unidades. El año 2015, las 558 unidades exportadas representan un 0,3% comparada con las importaciones de equipos del mismo año.

Tabla 4-36 Exportaciones de aire acondicionado fijo [nº de unidades]

	0445 4000			
Año	8415.1000	8415.8100	8415.8200	Total
2001	4	0	11	15
2002	0	6	12	18
2003	206	105	10	321
2004	119	297	11	427
2005	7	4	68	79
2006	362	231	32	625
2007	366	15	95	476
2008	443	92	42	577
2009	70	260	663	993
2010	163	709	3	875
2011	64	163	109	336
2012	93	26	577	696
2013	52	0	19	71
2014	195	23	266	484
2015	191	8	359	558

Fuente: Elaboración propia en base a datos de partida arancelaria 84.15





1200

1000

800

400

2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015

Figura 4-33 Exportadores de aire acondicionado fijo [nº de unidades]

Fuente: Elaboración propia en base a datos de partida arancelaria 84.15

4.2.2.2 AA móvil

Esta categoría considera los equipos de aire acondicionado importados para ser instalados en vehículos post-venta, así como los equipos de aire acondicionados ya instalados en los autos vendidos en el país. También considera el AA instalado en el metro de Santiago, sin embargo se considera que este sistema no ingresa al país cargado. En el AA vehicular se considera que se utiliza HFC-134a como gas refrigerante.

En la Figura 4-34 se muestran las importaciones de equipos de AA en el código arancelario 8415.2000. Se observa un alza continua hasta el año 2007 de las importaciones y luego un descenso continúo hasta el fin del período de estudio. Esto se explica debido al desarrollo del mercado automotriz, en el que en un comienzo los sistemas de aire acondicionado eran instalados por las automotoras en el país, mientras que en los últimos años los vehículos son importados con el aire acondicionado incluido de fábrica.

Además, al realizar un análisis más profundo, se observa que la variabilidad del mercado está ligada al actuar de grandes automotoras. En el caso de las importaciones en unidades, Derco S.A. y General Motors Chile abarcan un 44% de las importaciones. Si además se agregan a esas empresas CIDEF, Marubeni y Toyota S.A., se tiene que las cinco empresas importan el 73% de las unidades móviles de aires acondicionados. Por otro lado, al analizar las importaciones por Kilos Netos se aprecia que el 83% de ellas se concentran en la automotora Salinas & Fabres.





Figura 4-34 Importaciones de Aire Acondicionado Móvil [Unidades]

40
35
30
25
20
15
10
5
Aire Acondicionado Móvil

2 AUTOMOTORAS

5 AUTOMOTORAS

Fuente: Elaboración propia en base a datos de partida arancelaria 84.15

Respecto a los autos que ingresan con AA de origen, se intentó seguir una metodología similar basada en la información del Servicio Nacional de Aduanas. Sin embargo, dicho acercamiento fue infructuoso por no encontrarse información que permitiera caracterizar una tasa suficientemente alta de las importaciones de vehículos según si tenían o no AA. Se optó por un modo complementario que se base a las ventas de vehículos según la información de ANAC (Asociación Nacional Automotriz de Chile).

En la información de ANAC se cuenta con el detalle respecto a cuántos vehículos fueron vendidos con AA y cuántos sin AA. Cabe destacar que los vehículos vendidos con AA pasaron de ser el 32,4% al año 1999, a ser el 83,1% el año 2015. Se realiza el supuesto de que todas las unidades para aire acondicionado en vehículo importadas, fueron instaladas en vehículos vendidos sin AA. De esta forma, se obtiene la Figura 4-35, y su detalle numérico en la Tabla 4-37, en que se presenta venta de vehículos y su desagregación según si tenían AA de origen, si fue instalado o si no tienen.





Tabla 4-37 Equipos de AA móvil nuevos por años [n° de unidades]

Año	Vendidos con AA	Instalación de AA
1999	33.803	8.202
2000	40.791	17.372
2001	39.253	12.287
2002	44.481	11.624
2003	51.783	15.232
2004	67.025	16.952
2005	82.755	28.063
2006	92.605	25.210
2007	118.336	36.392
2008	133.799	20.169
2009	105.310	13.324
2010	187.090	13.909
2011	237.148	12.789
2012	248.594	10.213
2013	283.951	8.947
2014	257.794	5.995
2015	234.066	5.210

Fuente: Elaboración propia en base a datos de ANAC y partida arancelaria 84.15

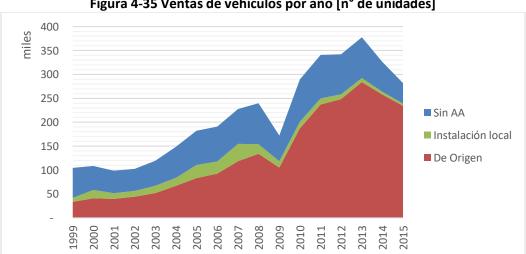


Figura 4-35 Ventas de vehículos por año [n° de unidades]

Fuente: Elaboración propia en base a datos de ANAC y partida arancelaria 84.15

4.2.2.3 Estimación de refrigerantes en AA

La metodología para la estimación del refrigerante contenido en los equipos de AA fijos se basa en la elaboración de fichas de los distintos modelos en los que se caracteriza con información técnica cada modelo, detallando la capacidad frigorífica, el refrigerante utilizado y cantidad de refrigerante utilizado.





La elaboración de las fichas⁴⁹ fue realizada a partir de distintas fuentes:

- Manuales y fichas técnicas de fabricantes
- Fichas de ventas de fabricantes o comercializadores
- Equipos de AA instalados
- Visita a tiendas de retail en Santiago con ventas de equipos de AA
- Imágenes subidas en páginas técnicas para la reparación de equipos de AA
- Imágenes subidas a páginas de venta de segunda mano de equipos de AA

El resultado de los esfuerzos son 1.045 fichas de modelos de equipos de AA fijo, sin embargo, no todas cuentan con la totalidad de la información técnica disponible. Un resumen respecto a las dos principales características técnicas para la metodología utilizada (capacidad frigorífica) y la carga de refrigerante) se presenta en la Tabla 4-38.

Tabla 4-38 Caracterización de fichas elaboradas

	Fichas Totales	Capacidad frígorifica conocida	Carga refrigerante conocida
Número	1.045	934	433
% del total	100%	89,3%	41,4%

Fuente: Elaboración propia en base a información base de las fichas

En la Figura 4-36 se presenta el diagrama de flujo. En ella se distinguen tres posibles casos:

- 1. Es posible asociar un modelo con una ficha asociada al equipo importado o exportado.
- 2. No es posible asociar un modelo con una ficha asociada, pero se conoce la capacidad de frío del equipo⁵⁰.
- 3. No es posible asociar un modelo con una ficha asociada, ni se conoce la capacidad de frio del equipo.

Informe Final 154

_

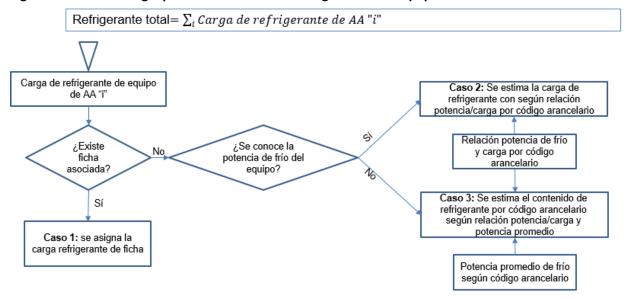
⁴⁹ La sistematización de las fichas se puede revisar en el anexo digital "Anexo 2 – Fichas", donde se presenta un archivo Excel con la sistematización de las fichas, cuyos documentos de respaldo son anexados también en la misma carpeta.

⁵⁰ La capacidad de frío se conoce, pues a partir de la información ingresada en el formulario DIN se logra identificar directamente la capacidad del equipo, o se identifica un modelo con capacidad conocida.





Figura 4-36 Metodología para la estimación de refrigerantes en equipos de aire acondicionado



En el primer caso se imputa la información técnica contenida en la ficha directamente, de esta forma la carga de refrigerante contenida es directamente la establecida en la ficha.

Para el segundo caso, se estima la relación promedio entre la carga de refrigerante y la capacidad de frío (o potencia frigorífica) asociado de los equipos para cada uno de los códigos arancelarios en base a los resultados del primer caso. De esta forma la carga de refrigerante es igual a la capacidad de frío multiplicado por el promedio de la carga/capacidad del código arancelario correspondiente.

En el tercer caso, para cada código arancelario se estima la capacidad promedio de los equipos, basados en los resultados del primer y segundo caso. Para estimar la carga de refrigerante se utiliza el mismo promedio de carga/capacidad por código arancelario utilizada en el segundo caso.

Los valores de los promedios utilizados para cada una de los códigos arancelarios se presentan en la Tabla 4-39.

Tabla 4-39 Valores promedios por código arancelario

Sub-	Promedio carga refrigerante/capacidad de frío	Promedio de capacidad de frío		
partida	[g/(BTU/hr)]	[BTU/hr]		
8415.1000	0,06	34.000		
8415.8100	0,07	59.000		
8415.8200	0,08	34.000		

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.15 e información técnica de fichas





En la Tabla 4-40 se presenta los resultados por tipo de estimación para cada año y para el periodo total, según la notación descrita. Se puede observar que en para las sub-partida arancelaria 8415.1000 y 8415.81000 en la medida que pasa el tiempo se obtienen cada vez mejores indicadores respecto a la proporción que es estimada directamente a partir de la ficha, alcanzando niveles en los últimos tres años sobre el 20% para la partida arancelaria 8415.1000 y sobre 50% para la partida arancelaria 8415.8100. Para la partida arancelaria 8415.8200 se alcanza un promedio bajo respecto a la proporción sobre la cual se puede estimar directamente desde una ficha técnica, mientras que cerca del 80% no es posible conocer ni el modelo ni la capacidad de frío.

Se destacan las siguientes dificultades a la hora de realizar el proceso de estimar la cantidad de refrigerante:

- La falta de estandarización al completar el formulario DIN, lo cual dificulta la identificación de parámetros relevantes tales como nombre del modelo, potencia del mismo y la carga de refrigerante. Para enfrentar esta problemática se hicieron esfuerzos por procesar computacionalmente la información de forma de poder rescatar la información disponible de una forma comprensible.
- En los casos en que se reporta un modelo, este puede corresponder a una nomenclatura utilizada por el fabricante y no necesariamente relacionarse con el modelo comercial del equipo. Para enfrentar esta problemática se realizó un trabajo cuidadoso identificando distintos acrónimos o palabras claves que permitieran identificar los equipos.
- En los casos en que se reporta la potencia no se hace siempre en la misma unidad y, en casi ningún caso se específica si corresponde a la potencia frigorífica o de calor⁵¹. Las potencias fueron procesadas en su unidad original y luego transformadas a una unidad de potencia común (BTU/h) utilizando factores de conversión, se supuso que la potencia reportada corresponde a la capacidad frigorífica en todos los casos.
- La potencia frigorífica no tiene necesariamente una relación uno a uno con la carga de refrigerante, de hecho, se observan que equipos diferentes constructivamente con la misma potencia, pueden utilizar cargas de refrigerantes distintas. Por esta razón se utilizan promedio bajo el supuesto de que la muestra es suficientemente grande y representativa del universo total de los equipos importados al país.

Informe Final 156

-

⁵¹ La capacidad de producir calor suele ser levemente superior a la capacidad de frío en los equipos de AA.



Tabla 4-40 Forma de estimación de la cantidad de refrigerante

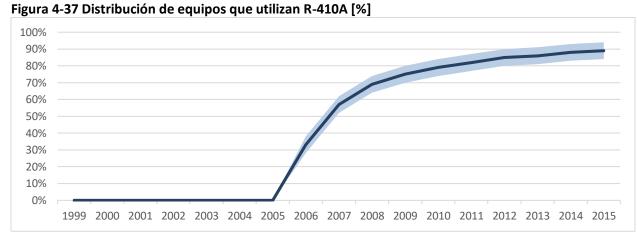
Tabla 4-40 Forma de estimación de la cantidad de refrigerante												
1999	1	2	3		2005	1	2	3	2011	1	2	3
8415.1000	0,00%	28,64%	71,36%		8415.1000	9,21%	24,34%	66,45%	8415.10	00 13,63%	8,29%	78,08%
8415.8100	0,00%	31,10%	68,90%		8415.8100	1,49%	19,44%	79,07%	8415.81	00 2,72%	16,51%	80,77%
8415.8200	0,50%	51,01%	48,49%		8415.8200	2,38%	36,91%	60,72%	8415.82	00 1,57%	8,21%	90,22%
Total	0,14%	35,65%	64,21%		Total	6,31%	25,79%	67,90%	Total	8,67%	10,15%	81,18%
				l								
2000	1	2	3		2006	1	2	3	2012	1	2	3
8415.1000	0,01%	10,44%	89,55%		8415.1000	5,22%	33,61%	61,17%	8415.10	24,45%	9,02%	66,52%
8415.8100	0,00%	40,96%	59,04%		8415.8100	5,67%	47,61%	46,71%	8415.81	00 55,12%	15,53%	29,35%
8415.8200	1,23%	51,09%	47,68%		8415.8200	9,34%	29,17%	61,49%	8415.82	4,09%	8,47%	87,45%
Total	0,16%	22,17%	77,67%		Total	6,16%	36,65%	57,19%	Total	26,05%	10,27%	63,68%
2001	1	2	3		2007	1	2	3	2013	1	2	3
8415.1000	0,01%	8,19%	91,80%		8415.1000	15,93%	22,17%	61,90%	8415.10		4,46%	79,57%
	-	-										
8415.8100 8415.8200	3,53%	40,60%	55,87%		8415.8100 8415.8200	5,90%	10,18%	83,92%	8415.81		7,49%	41,06% 82,60%
Total	0,00%	31,25%	68,75% 80,79 %		Total	15,73%	18,94% 18,30%	65,33%	8415.82 Total		11,66%	,
Total	0,0476	18,57%	80,75%		Total	13,15%	10,3076	68,55%	Total	19,11%	6,96%	73,93%
2002	1	2	3		2008	1	2	3	2014	1	2	3
8415.1000	3,33%	37,78%	58,89%		8415.1000	18,70%	22,17%	59,13%	8415.10	00 20,25%	16,34%	63,41%
8415.8100	0,17%	52,23%	47,61%		8415.8100	5,16%	4,51%	90,33%	8415.81	00 51,02%	8,32%	40,66%
8415.8200	0,73%	22,35%	76,92%		8415.8200	5,52%	4,27%	90,21%	8415.82	00 12,58%	17,75%	69,67%
Total	2,04%	35,07%	62,90%		Total	11,10%	12,06%	76,84%	Total	26,21%	14,66%	59,13%
				I								
2003	1	2	3		2009	1	2	3	2015	1	2	3
8415.1000	1,75%	39,92%	58,33%		8415.1000	12,67%	12,14%	75,18%	8415.10	21,96%	7,20%	70,85%
8415.8100	1,49%	32,17%	66,35%		8415.8100	7,05%	13,12%	79,83%	8415.81	00 51,78%	7,96%	40,26%
8415.8200	0,30%	7,96%	91,74%		8415.8200	8,09%	7,63%	84,28%	8415.82	00 0,97%	22,73%	76,31%
Total	0,95%	22,26%	76,78%		Total	10,20%	11,58%	78,22%	Total	24,90%	11,02%	64,08%
2004		2	2		2010		2		Period	0 4	2	2
2004	1	2 22 2224	3		2010	1	2	3	Total	1	2	3
8415.1000	6,14%	28,32%	65,54%		8415.1000	21,68%	11,95%	66,37%	8415.10		14,81%	68,90%
8415.8100	1,00%	28,87%	70,12%		8415.8100	3,99%	13,34%	82,67%	8415.81		14,83%	58,24%
8415.8200	0,32%	38,43% 29,90 %	61,25% 65,76%		8415.8200	5,62%	5,39% 10,92%	89,00% 74,15 %	8415.82 Total	00 5,16% 16,08%	14,78% 14,81%	80,06% 69,11%
Total	4,34%				Total	14,93%						

Fuente: Elaboración propia en base a datos de partida arancelaria 84.15





La distribución por tipo de refrigerante se realizó siguiendo la distribución observable de los equipos cuyo refrigerante⁵² son asignados directamente desde las fichas (caso 1), considerando un margen de incertidumbre. La distribución se realiza de forma de que se asegure que la suma de los equipos con distintos refrigerantes no sea superior a 100%. En la Figura 4-37 se presenta la distribución utilizada para el uso de R-410A en equipos de AA, se observa como a partir de la segunda mitad de la década pasada los equipos de AA comienzan a utilizar ampliamente el R-410A como refrigerante desplazando el uso de R-22. En la Figura 4-38 se cuenta con la distribución conjunta de HFC-134a y R-407C, la cual se mantiene en torno al 10% durante todo el periodo, y se supone que de estos equipos la mitad utilizada cada uno de estos refrigerantes.



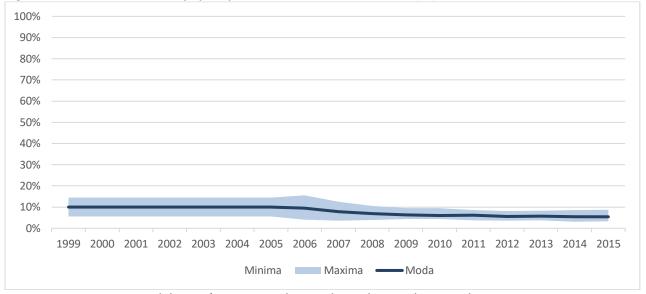
Fuente: Elaboración propia en base a datos de partida arancelaria 84.15

⁵² En el caso del R-410A se fuerza a ser 0 las importaciones de equipos cuyo refrigerante no se conoce (casos 2 y 3) para el período antes del 2006, pues recién ese año hubo importaciones a granel necesarias para realizar mantención de estos equipos. En el caso de equipos caso 1 antes del 2005 cuyo refrigerante es R-410A se contabiliza su carga, aunque cabe destacar que son casos puntuales.









Fuente: Elaboración propia en base a datos de partida arancelaria 84.15

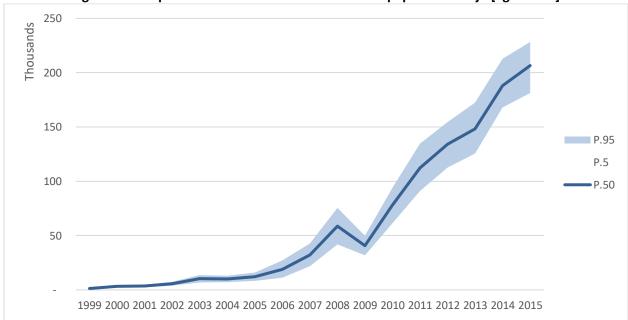
En la Figura 4-39 y en la Figura 4-40 se presentan las importaciones y exportaciones de sustancias con HFC en equipos de AA fijo. Se presenta en forma de rango, destacando el valor de la mediana y el intervalo de confianza de 90%. De esta forma, se tiene que para el año 2015 las importaciones de sustancias con HFC fue de 206,5 [181,1-228,3] toneladas, mientras que las exportaciones nunca superan la tonelada en algunos casos, aunque nunca en el valor de la mediana.

Mientras que las exportaciones reflejan la intermitencia de las exportaciones de los equipos de AA, en las importaciones se observa el efecto del desplazamiento del R-22 por parte del R-410A a partir del año 2006. Esto último se observa con mayor claridad en la Figura 4-41, donde se observa el explosivo crecimiento de la importación de R-410A a partir del año 2006.





Figura 4-39 Importación de sustancias con HFC en equipos de AA fijo [kg de HFC]



Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.15





Figura 4-40 Exportación de sustancias con HFC en equipos de AA fijo [kg de HFC]

1,000

900

800

700

600

400

300

2001

2002

2003

2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

2014

2015

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.15

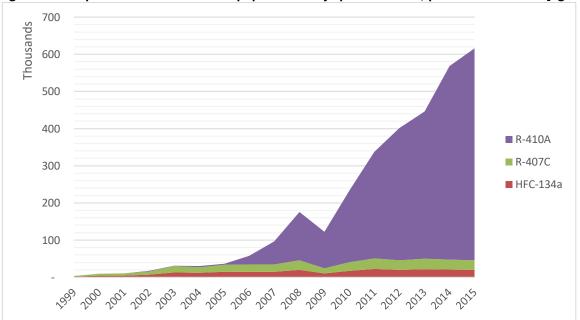


Figura 4-41 Importaciones de HFC en equipos de AA fijo por sustancia, periodo 1999-2015 [kg de HFC]

Resultados para la mediana

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.15





En la Tabla 4-41 y Tabla 4-44 (para HFC-134a), Tabla 4-42 y Tabla 4-45 (para R-410A), y Tabla 4-43 y Tabla 4-46 (para R-407C) se presentan los resultados numéricos para el percentil 50 de las importaciones y exportaciones de HFC contenidos en los equipos de AA.

Tabla 4-41 Importación de HFC-134a en equipos de AA fijos por sub-partida [kg de HFC]

Año	8415.1000	8415.8100	8415.8200	Total
1999	153	255	157	565
2000	728	504	183	1.415
2001	755	420	351	1.526
2002	895	525	884	2.303
2003	1.094	704	2.651	4.449
2004	1.939	1.327	682	3.948
2005	2.040	1.756	1.191	4.987
2006	1.964	1.778	1.176	4.918
2007	1.849	2.290	860	4.999
2008	1.711	2.999	1.951	6.661
2009	1.264	1.473	641	3.378
2010	2.307	1.988	1.318	5.613
2011	2.935	2.832	1.636	7.403
2012	2.961	1.288	2.240	6.490
2013	3.376	1.198	2.485	7.059
2014	3.036	1.746	1.770	6.551
2015	2.852	1.814	2.065	6.731

Resultados para la mediana

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.15





Tabla 4-42 Importación R-410A en equipos de AA fijos por sub-partida [kg de HFC]

Año	8415.1000	8415.8100	8415.8200	Total
1999				
2000	1			1
2001				
2002	396			396
2003	138			138
2004	1.118			1.118
2005	880			880
2006	3.418	2.265	2.172	7.855
2007	8.479	7.785	4.453	20.717
2008	13.711	17.811	11.969	43.492
2009	11.643	15.585	5.926	33.154
2010	27.407	23.427	14.540	65.374
2011	39.450	37.028	18.899	95.378
2012	56.391	29.048	33.842	119.280
2013	63.918	27.313	40.861	132.091
2014	73.902	63.114	36.224	173.240
2015	76.993	70.744	43.493	191.230

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.15

Tabla 4-43 Importación R-407C en equipos de AA fijos por sub-partida [kg de HFC]

Año	8415.1000	8415.8100	8415.8200	Total
1999	195	325	200	720
2000	927	642	233	1.801
2001	961	535	447	1.943
2002	1.139	668	1.124	2.931
2003	1.392	896	3.374	5.662
2004	2.468	1.689	870	5.027
2005	2.597	2.235	1.516	6.348
2006	2.500	2.263	1.496	6.260
2007	2.353	2.914	1.094	6.362
2008	2.178	3.817	2.483	8.478
2009	1.609	1.875	816	4.300
2010	2.937	2.652	1.677	7.266
2011	3.736	3.605	2.082	9.422
2012	3.769	1.639	2.851	8.259
2013	4.296	1.525	3.163	8.984
2014	3.864	2.222	2.252	8.338
2015	3.630	2.309	2.629	8.567

Resultados para la mediana

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.15





Tabla 4-44 Exportación de HFC-134a en equipos de AA fijos por sub-partida [kg de HFC]

Año	8415.1000	8415.8100	8415.8200	Total
2001	0	-	1	1
2002	-	1	1	2
2003	16	17	1	35
2004	3	9	0	12
2005	0	1	7	8
2006	19	14	4	37
2007	22	2	8	31
2008	24	10	3	37
2009	5	27	22	54
2010	8	50	0	58
2011	3	16	7	27
2012	3	2	34	40
2013	3	-	1	4
2014	8	2	15	25
2015	8	1	22	31

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.15

Tabla 4-45 Exportación de R-410A en equipos de AA fijos por sub-partida [kg de HFC]

Año	8415.1000	8415.8100	8415.8200	Total
2001	-	-	-	-
2002	-	-	-	-
2003	-	-	-	-
2004	-	-	-	-
2005	-	-	-	-
2006	166	135	5	305
2007	71	5	26	103
2008	132	58	17	207
2009	36	218	178	431
2010	81	514	15	610
2011	38	188	83	308
2012	49	35	532	615
2013	43	-	19	62
2014	149	38	291	478
2015	199	15	469	683

Resultados para la mediana

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.15





Tabla 4-46 Exportación de R-407C en equipos de AA fijos por sub-partida [kg de HFC]

Año	8415.1000	8415.8100	8415.8200	Total
2001	0	-	1	2
2002	-	1	2	3
2003	21	22	1	44
2004	4	11	0	15
2005	1	1	9	11
2006	24	18	5	47
2007	28	2	10	40
2008	30	13	4	47
2009	6	35	29	69
2010	10	64	0	74
2011	4	21	9	34
2012	4	3	44	51
2013	3	-	1	5
2014	10	3	20	32
2015	10	1	29	39

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.15

En la Tabla 4-47 se presenta la composición de las sustancias cargadas como refrigerantes en los equipos de AA importados, observándose que las sustancias es el HFC-32 y el HFC-125 son las principales, lo cual era esperable dado que conforman en partes iguales el principal refrigerante utilizado en equipos de AA, el R-410A. La Tabla 4-48 presenta los resultados para la exportación.





Tabla 4-47 Carga de sustancias puras en importaciones de equipos de AA en partida arancelaria 84.15 [kg de HFC]

Año	HFC-125	HFC-134a	HFC-32	Total
1999	180	940	166	1.285
2000	451	2.352	415	3.217
2001	486	2.537	447	3.469
2002	931	3.827	872	5.630
2003	1.484	7.393	1.371	10.248
2004	1.816	6.562	1.715	10.093
2005	2.027	8.288	1.900	12.215
2006	5.493	8.173	5.367	19.033
2007	11.949	8.307	11.822	32.077
2008	23.865	11.069	23.696	58.630
2009	17.652	5.614	17.566	40.832
2010	34.504	9.391	34.358	78.253
2011	50.045	12.303	49.856	112.203
2012	61.705	10.785	61.540	134.029
2013	68.292	11.731	68.112	148.135
2014	88.704	10.887	88.538	188.129
2015	97.757	11.186	97.585	206.528

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.15

Tabla 4-48 Carga de sustancias puras en exportaciones de equipos de AA en partida arancelaria 84.15 [kg de HFC]

Año	HFC-125	HFC-134a	HFC-32	Total
2001	0	2	0	3
2002	1	4	1	5
2003	11	58	10	79
2004	4	20	4	27
2005	3	14	2	19
2006	164	61	163	389
2007	61	52	61	174
2008	115	62	115	292
2009	233	90	232	555
2010	323	97	322	743
2011	162	44	162	369
2012	320	66	319	706
2013	32	6	32	71
2014	247	42	247	536
2015	351	51	350	753

Resultados para la mediana

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.15





Respecto a los AA en vehículos, se cuenta con información respecto a la carga de refrigerante por tipo de vehículo según su año de fabricación (BEHR SERVICE, 2016). Al analizar dicha información se observa que existe una disminución en la cantidad de refrigerante utilizado por vehículo a medida que pasa el tiempo, tal como se puede observar en la Figura 4-42. De esta forma mientras en el año 2000 cada vehículo nuevo tenía un promedio de 753 [728 – 777] gramos de HFC-134a, el año 2015 el promedio era de 611 [591 -630] gramos de HFC-134a.

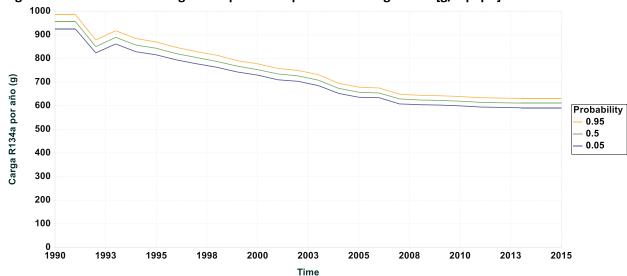


Figura 4-42 Cantidad de refrigerante promedio por vehículo según año [g/equipo]

Fuente: Elaboración propia en base a (BEHR SERVICE, 2016)

Se destaca que los equipos de aire acondicionado instalados en el país, es decir, los que no son en su origen, vienen sin carga de refrigerante, por lo tanto, no deben ser cuantificados para la estimación del ingreso de refrigerante, sino que sólo el refrigerante contenido en los vehículos con aire acondicionado de origen. De esta forma para el cálculo del HFC entrante al país se consideran sólo los equipos instalados en vehículos vendidos con AA⁵³, cuyo detalle numérico por año se puede observar en la Tabla 4-37.

La Figura 4-43 presenta la estimación de las importaciones de sustancias con HFC en equipos de AA vehicular instalados en origen. De acuerdo a la información recabada por (BEHR SERVICE, 2016), todos los vehículos fabricados en dicho periodo de tiempo utilizan HFC-134a como refrigerante para sus equipos de AA. Los resultados numéricos se presentan en la Tabla 4-49.

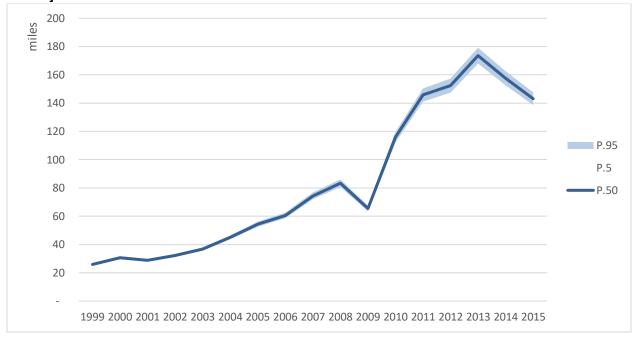
Cabe destacar que la magnitud de refrigerante que ingresa en equipos de AA vehicular es comparable en magnitud con la del refrigerante que ingresa en equipos de AA no vehiculares. La magnitud de refrigerante que ingresa en equipos de AA vehicular llega a ser incluso superior durante la primera parte de la década pasada.

⁵³ Información obtenida directamente desde ANAC





Figura 4-43 Importaciones de sustancias con HFC en equipos de AA vehicular, con incertidumbre [kg de HFC]



Fuente: Elaboración propia en base a datos de ANAC y (BEHR SERVICE, 2016)

Tabla 4-49 Importaciones de HFC-134a cargado en equipos de AA vehicular, periodo 1999-2015 [kg de HFC]

Año	Refrigerante (HFC-134a)
1999	25.918
2000	30.719
2001	28.808
2002	32.296
2003	36.678
2004	45.134
2005	54.352
2006	60.577
2007	74.331
2008	83.416
2009	65.470
2010	115.929
2011	145.723
2012	152.406
2013	173.592
2014	157.601
2015	143.095

Resultados para la mediana

Fuente: Elaboración propia en base a datos de ANAC y ((BEHR SERVICE, 2016)





4.2.3 Agente espumante

Respecto a las espumas y agentes espumantes se revisó en detalle la partida arancelaria 39.09 "Resinas amínicas, resinas fenólicas y poliuretanos, en formas primarias"⁵⁴, sin encontrarse ninguna importación asociada a sustancias con contenido de HFC, ya sean puros o en mezclas. Sin embargo, en las importaciones a granel (partidas arancelarias 29.03 y 38.24, descritas en la sección 4.1) es posible identificar ciertas importaciones cuyo fin declarado es para ser utilizados como agente espumante.

Estos agentes espumantes son utilizados para la elaboración de espuma rígida de poliuretano para aislación térmica. De acuerdo a CTI, principales productores de refrigeradores domésticos, actualmente los equipos nacionales de refrigeración están siendo elaborados en base a hidrocarburos, como ciclopentano o isopentano. Por su parte, de la revisión de fichas de equipos de refrigeración importados al país, no se observó ningún equipo cuya espuma aislante fuera HFC, siendo típicamente HCFC-141b o alguna sustancia en base a hidrocarburos.

4.2.4 Aerosoles

No se logró identificar las importaciones o exportaciones de aerosoles utilizados con fines no médicos, debido a que son productos importados por medio de distintas partidas y cuyo uso de HFC como propelentes no es uniforme. Por esta razón, sólo se cuantificó los aerosoles médicos.

4.2.4.1 Médicos

En la revisión del uso en la aplicación médica, se revisó con detalle la partida arancelaria 30.04 "Medicamentos (excepto los productos de las partidas arancelarias 30.02, 30.05 o 30.06) constituidos por productos mezclados o sin mezclar, preparados para usos terapéuticos o profilácticos, dosificados (incluidos los administrados por vía transdérmica) o acondicionados" para los cuales se tiene información de periodos distintos, según si se trata de importación (2008-2015) o exportación (2001-2010), tal como se describe en la Tabla 4-2.

Se identificaron una serie de broncodilatadores como candidatos a tener HFC como agente propelente, para los cuales se revisó su información farmacológica, identificando cuál es el agente propelente utilizado. Esto permitió identificarlos como broncodilatadores con HFC, cuyo resultado se presenta en la Tabla 4-50.

⁵⁴ Información disponible de forma completa para importaciones en el periodo 1999-2015, y exportaciones en el periodo 2001-2015.





Tabla 4-50 Broncodilatadores identificados con HFC como agente propelente

Broncodilatadores con HFC
Serevent LF Aerosol para inhalación
BERODUAL HFA
BREXOTIDE LF 50/25 Inhalador
AEROVIAL AEROSOL PARA INHALACION
AEROVIAL HFA
AEROLIN LF Aerosol para Inhalación 100 mcg/dosis
INFLAMMIDE HFA Aerosol Dosificador
SERETIDE 250/25 Aerosol para Inhalación
FLIXOTIDE LF 250 mcg Aerosol para Inhalación (también 125 y 50 mcg)
FESEMA Solución para Respirador
Butosol 100 microgramos
AEROTROP HFA Aerosol para Inhalación 20 mcg/Dosis
Herolan SF Aerosol para inhalación
BUTOCORT HFA Aerosol para Inhalación
ATROVENT® HFA Aerosol Dosificador
FLUXAMOL HFA 250/25 Aerosol para Inhalación (también de 125 mcg)
NEUMOCORT HFA Aerosol para Inhalación 100 mcg/dosis
BREXOVENT LF
ASMAVENT SF Aerosol para Inhalación Oral
ASMAVENT-B SF Aerosol para Inhalación Oral
Budasmal SF
INFLUMIX

Fuente: Elaboración propia en base a la información farmacológica⁵⁵ de cada medicamento

De acuerdo a la información farmacológica de cada uno de los broncodilatadores, sólo Influmix utiliza HFC-227ea como propelente, mientras los restantes utilizan HFC-134a.

En la Figura 4-44 se presentan los resultados para el consumo de broncodilatadores con HFC, se destaca que para las importaciones se cuenta con información para el periodo 2008-2015, mientras que para las exportaciones para el periodo 2001-2010. Se destaca que el año 2010 contabiliza una importación de 371.263 kilos netos de broncodilatadores FESEMA con SALBUTAMOL como principio activo. Esta importación se sale de los márgenes, representando el 57,4% de las importaciones de dicho año, mientras que la segunda importación de mayor importancia alcanza los 19.600 kilos representando un 3,0%. Al revisar dicho movimiento en detalle se observa que fueron incorrectamente considerados como kilogramos netos, cuando en realidad correspondería a unidades, por lo cual es corregido dando origen a la siguiente figura.

Informe Final 170

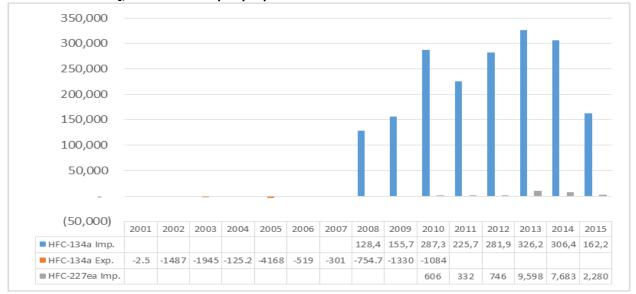
_

⁵⁵ La información farmacológica de los medicamentos se adjunta en el anexo digital: "Anexo 2 – Fichas" en la carpeta "Fichas MDI".





Figura 4-44 Consumo de Broncodilatadores con HFC en Chile, 2001-2015 [kg neto de broncodilatadores], diferenciando por propelente



Los resultados presentados consideran el peso total del broncodilatador (incluyendo envase y componentes activos).

Fuente: Elaboración propia en base a la partida arancelaria 30.04

De la partida arancelaria se observa que el peso unitario promedio de los medicamentos estaría en el rango [40-52] gramos con una moda de 48 gramos por medicamento, incluyendo el contenedor. Por otra parte, del análisis de las especificaciones técnicas de los medicamentos importados a Chile y en base a la cantidad de dosis y el componente activo, se cuenta con la totalidad de componente activo del MDI. De acuerdo a (Myrdal, Sheth, & Stein, 2014), el grueso de la composición corresponde al propelente, estimándose que es 99.7% del contenido total. Considerando lo anterior, se estima que el contenido de propelente por medicamento está en el rango [1-10] gramos con una moda de 3,5 gramos.

Dadas las incertidumbres asociadas a la estimación final del consumo de HFC, se decide entregar los resultados de forma que reflejen dicha incertidumbre. Para ello se consideran parámetros inciertos con una distribución triangular con mínimos, máximos y modas, según lo descrito anteriormente. Los resultados para el año 2015 de la estimación de importación de HFC-134a son de 15.514 [7.156 – 28.970] kg netos, mientras que para el HFC-227ea es de 218 [101 – 407] kg netos. Los resultados anuales son presentados en la siguiente tabla:





Tabla 4-51 Importación, exportación y consumo de HFC en broncodilatadores [kg de HFC]

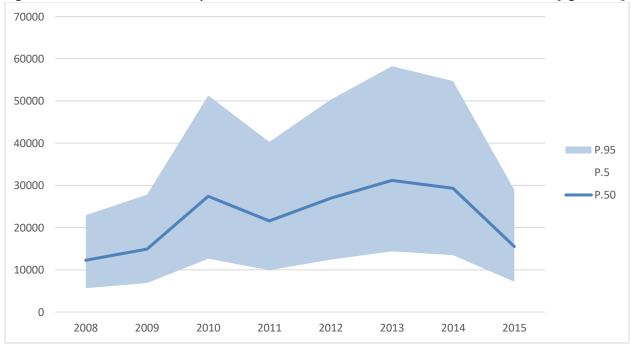
HFC	Mov.	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HFC-	lmp.			Sin i	nforma	ción			12.282	14.893	27.470	21.580	26.961	31.190	29.300	15.514
134a	Exp.	0,2	142	186	12	398	50	29	72	127	104		Sin	informaci	ón	
	Cons.								12.210	14.765	27.366					
HFC-	lmp.	Sin Información				0	0	58	32	71	918	735	218			
227ea	Ехр	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		Sin	Informac	ión	
	Cons.								0	0	58					

Se presentan sólo los valores de la mediana

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 30.04

Si bien los márgenes de incertidumbre son amplios en términos porcentuales, al comparar con otras aplicaciones se observa que son de una magnitud menor. Los resultados considerando la incertidumbre son presentados en la Figura 4-45 y en la Figura 4-46, los resultados numéricos se adjuntan en el anexo digital "Anexo 3 – Resultados HFC" en la pestaña "HFC en MDI":

Figura 4-45 Estimación de las importaciones nacionales de HFC-134a en broncodilatadores [kg de HFC]

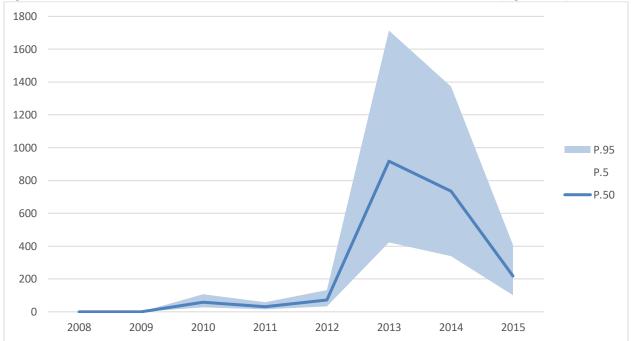


Fuente: Elaboración propia en base a la partida arancelaria 30.04





Figura 4-46 Estimación del consumo nacional de HFC-227ea en broncodilatadores [kg de HFC]



Fuente: Elaboración propia en base a la partida arancelaria 30.04

4.2.5 Solventes

Los solventes fueron obtenidos desde la base de datos con las transacciones de la partida arancelaria 38.14 "Disolventes y diluyentes orgánicos compuestos, no expresados ni comprendidos en otra parte; preparaciones para quitar pinturas o barnices". No se observó ningún solvente de los exportados⁵⁶ que contenga HFC, mientras que en las importaciones se identificaron siete productos que contienen HFC: dos sustancias puras (HFC-134a y HFC-43-10mee) y cinco productos de las marcas Chesterton y LPS.

La composición de los productos se puede observar en los "Safety Datasheet⁵⁷" de cada uno de los productos analizados. En la Tabla 4-52 se presenta la composición para aquellos solventes con contenido de HFC importados a Chile. Se aprecia que de forma adicional al HFC-134a, también se trabaja con sustancias más complejas como HFC-245fa, HFC-365mfc y HFC-43-10mee.

⁵⁶ La magnitud de las exportaciones de solventes es muy menor a las importaciones, por ejemplo, al año 2015 se importaron poco más de 2 millones de kilos de solventes por la partida arancelaria 38.14, mientras que el mismo año sólo se exportaron 28 kilos de solventes por dicha partida.

⁵⁷ Se incluyen en el anexo digital "Anexo 2 – Fichas", en la carpeta "Safety Datasheets Solventes"





Tabla 4-52 Composición de solventes con contenido de HFC consumidos en Chile en el periodo 1999-2015

Solventes con HFC	Composición
Chesterton 279	HFC-134a/Otros HC (30,0/70,0)
Chesterton 286	HFC-43-10mee/Otros HC (7,5/92,5)
Chesterton 296	HFC-134a/HFC-245fa/HFC-365mfc/Otros HC (45,0/25,0/25,0/5,0)
LPS416	HFC-134a/Otros HC (45,0/55,0)
LPS4620	HFC-134a/Otros HC (60,0/40,0)
Genesolv ST	HFC-245fa/ otros no HFC (0,65/0,35)

Fuente: Elaboración propia en base a los datos de seguridad de cada producto

En la Figura 4-47 se presenta la distribución temporal de las importaciones de sustancias con HFC durante el periodo 1999-2015. De ella se observa que las importaciones nacionales de los productos no han sido constantes en el tiempo, habiendo variaciones relevantes. Por su parte, en la Figura 4-48 se presentan las importaciones según las sustancias puras HFC que están contenidas en los productos importados, observándose una clara tendencia al crecimiento a partir del año 2010, la cual ha sido impulsada principalmente por las importaciones de LPS-416 (mezcla que contiene 45% de HFC-134a). A este consumo se suma la importación de Chesterton 296 (el cual además de HFC-134ª, contiene HFC-245fa y HFC-365mfc) y Chesterton 279, que si bien no presentan una tendencia clara, aportan con una fracción significativa del consumo total.

5.000 4.500 4.000 3.500 3.000 2.500 2.000 1.500 1.000 500 0 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 ■ Chesterton 279 1.295 1.113 2.146 776 262 396 105 218 282 511 174 1.870 1.308 1.132 4 ■ Chesterton 286 17 Chesterton 296 1.146 86 664 600 940 205 1.768 3.176 3.613 1.630 2.555 4.416 ■ HFC 43-10mee 1.037 1.198 ■ HFC-134a 1.512 786 2.108 ■LPS416 246 538 104 104 14 1.329 | 1.420 | 2.735 4.005 ■LPS4620 107

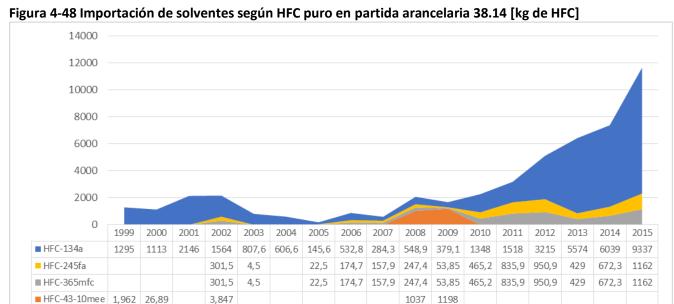
Figura 4-47 Importación de solventes con contenido de HFC en partida arancelaria 38.14 [kg de HFC]

Solamente se cuantifica la fracción HFC de los productos

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 38.14







Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 38.14

1037

1198

3,847

Cabe destacar que parte de los solventes con HFC utilizados a nivel nacional entran por las partidas de sustancias a granel (29.03 y 38.24, ver sección 4.1.4) y luego no se presentan en la figura anterior. En particular, se han identificado las siguientes sustancias HFC-134a, HFC-152a, HFC245fa, HFC-365mfc, HFC-43-10, R-404A, Chesterton 296, LPS416 y Genesolv ST⁵⁸.

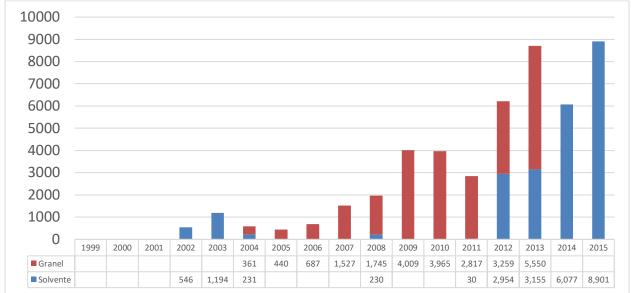
Dado que para tanto el Chesterton 296 como para el LPS416, no se ha identificado otro uso que el de solvente, se puede realizar la completitud del consumo tal como se ve en las siguientes figuras. Este ejercicio permite observar la totalidad de las importaciones, observándose una continuidad en las importaciones de estos solventes.

⁵⁸ Genesolv ST es un solvente compuesto por HFC-245fa/Otros no HFC (0,65/0,35)

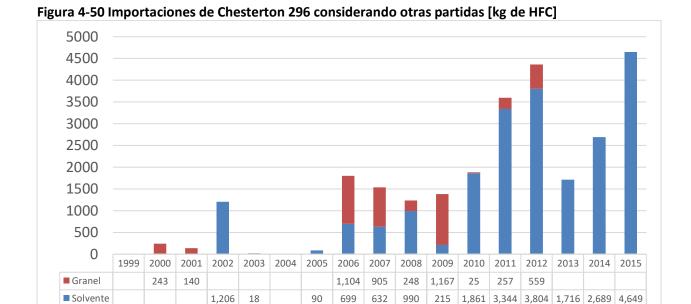




Figura 4-49 Importaciones de LPS 416 considerando otras partidas [kg de HFC]



Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 38.14, 29.03 y 38.24



Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 38.14, 29.03 y 38.24

4.2.6 Extinción del fuego

Los datos para los equipos de extinción del fuego, tanto por anegación como por extintores, fueron obtenidos desde la base de datos con las transacciones de la partida arancelaria 38.13 "Preparaciones y cargas para aparatos extintores; granadas y bombas extintoras". En el periodo en que se cuenta con información (ver Tabla 4-2), sólo se observa una exportación puntual





correspondientes a 29 kg de HFC-227ea, exportado el año 2004. De esta forma, el consumo de HFC está dado (salvo para dicho año) por las importaciones.

En la Figura 4-51 se presenta el consumo de sustancias dentro de la partida arancelaria 38.13. Se observa que el HFC-227ea es la principal sustancia, con importaciones de distinta magnitud todos los años del periodo 2000-2015. Por su parte, existe una importación de 500 kg de HFC-125 el año 2010. Esta sustancia es usada en sistemas de anegación del fuego.

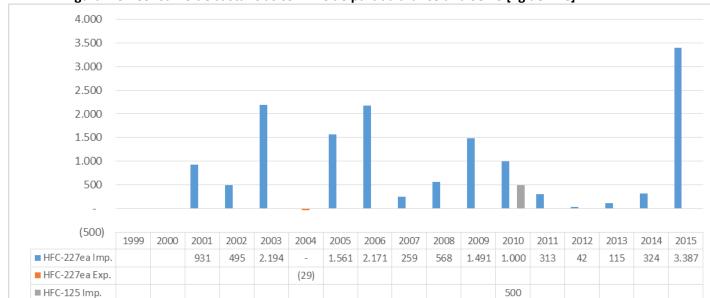


Figura 4-51 Consumo de sustancias con HFC de partida arancelaria 38.13 [kg de HFC]

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 38.13

El principal producto es el FM-200 (HFC-227ea) utilizado como un producto de extinción del fuego, mediante un sistema de anegación⁵⁹, para lugares especialmente sensibles a los métodos tradicionales de control de incendios, como el agua. Ejemplo de estos lugares son bibliotecas, centros de datos y laboratorios computacionales. Este producto se importa como cargas separadas de los equipos de extinción del fuego. En el periodo 2011-2015 ha sido importado principalmente de EEUU (72,6%), España (23,7%) y una fracción menor desde Italia (3,7%).

De forma adicional a las importaciones realizadas por medio de la partida arancelaria 38.13, en las partidas arancelarias 29.03 y 38.24 se identificaron sustancias cuya aplicación declarada corresponde a la protección contra el fuego. En las siguientes figuras se completan las importaciones, considerando tanto los movimientos a granel (partidas arancelarias 29.03 y

⁵⁹ También puede ser utilizado en la recarga de extintores. De acuerdo a (Unidad Ozono & ONUDI, 2017), el 15% es destinado a recargas de extintores, mientras la fracción restante se utiliza en sistemas de anegación.



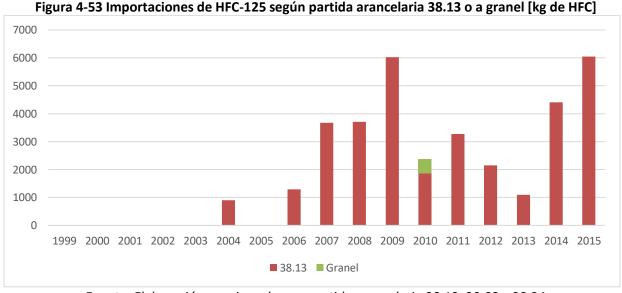


38.24) como en la partida arancelaria 38.13. Se observa que la gran parte de las importaciones son registradas en las partidas de sustancias a granel.

Figura 4-52 Importaciones de HFC-227ea según partida arancelaria 38.13 o a granel [kg de HFC]

50000
45000
35000
25000
20000
15000
0
1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 38.13, 29.03 y 38.24



Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 38.13, 29.03 y 38.24

4.3 Consumo consolidado de HFC en Chile

El consumo consolidado de HFC corresponde a la adición de los resultados de la sección 4.1 (sustancias a granel) y sección 4.2 (sustancias contenidas en productos o equipos). Dado que





existe incertidumbre en el contenido de los equipos o productos, esta se propagará al consolidado total. Debido a los supuestos realizados, esta incertidumbre está asociada sólo a un número acotado de gases: HFC-134a, R-404A, R-407C, R-410A y R-507A. Los resultados numéricos se encuentran adjuntos en el anexo digital "Anexo 3 – Resultados HFC" en la pestaña "Consumo Consolidado HFC".

El año 2015, las importaciones alcanzaron un total de 1.651 [1.609 - 1.695] toneladas de sustancias con HFC, de las cuales la mayor parte (76,1%) provino de importaciones a granel, mientras que las importaciones de sustancias en equipos de refrigeración y aire acondicionado representaron, en conjunto, un 21,9% de las importaciones totales. Las importaciones contenidas en productos aerosoles, solventes y de extinción del fuego representan el 2% restante.

Las importaciones crecieron anualmente en un promedio de 17,6% desde 123,4 [122,1 -124,8] toneladas en el año 1999 hasta 1.651 [1.609 – 1.695] toneladas en el año 2015. En la Figura 4-54 se observa que la tendencia al crecimiento es continua, salvo en años puntuales, donde la importación total es inferior a la importación del año inmediatamente anterior.

| Reg de HFC| | 2000 | 1800 | 1600 | 1400 | 1200 | 1200 | 1000 | 800 | 600 | 400 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015 | 2014 2015

Figura 4-54 Importaciones consolidadas de sustancias con HFC con incertidumbre, periodo 1999 - 2015 [kg de HFC]

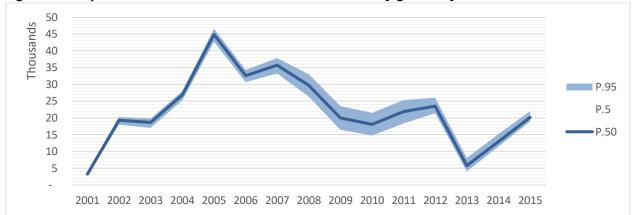
Fuente: Elaboración propia en base a datos de sustancias a granel y en equipos/productos

En la Figura 4-55 se observan las exportaciones de sustancias con HFC, donde se aprecia que son de una magnitud significativamente menor a las importaciones de sustancias. En el año 2015 se exportaron un total de 20,2 [18,9 – 22,0] toneladas de sustancias con HFC. La mayor parte (83,1%) de las exportaciones a granel, mientras que las sustancias contenidas en los equipos exportados en dicho año alcanzan las 16,8%. Los aerosoles, solventes y equipos de extinción en su conjunto representan el 0,1% restante.





Figura 4-55 Exportaciones consolidadas de sustancias con HFC [kg de HFC]



Fuente: Elaboración propia en base a datos de sustancias a granel y en equipos/productos

En las Tabla 4-53 y en la Tabla 4-54 se presenta el detalle de importación exportación y consumo por sustancia y año: Se realiza la distinción en dos periodos de tiempo sólo por una cuestión de espacio:





Tabla 4-53 Importación, exportación y consumo por sustancia, periodo 1999-2007 [kg de HFC]

Custonsias	Tino	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Sustancias	Tipo	1999	2000	2001	2002			2005		
HFC-125	Imp.	-	-	-	-	5	1.000	(2.4.4)	1.292	3.676
HFC-125	Exp.	-	-	-	-	-	-	(344)	-	-
HFC-125	Cons.	-	-	-	-	5	1.000	(344)	1.292	3.676
HFC-134a	Imp.	89.835	159.157	156.547	125.627	164.259	189.736	221.828	295.131	340.501
HFC-134a	Exp.	-	-	(2.050)	(9.683)	(8.263)	(16.695)	(30.679)	(21.987)	(21.919)
HFC-134a	Cons.	89.835	159.157	154.498	115.944	155.996	173.041	191.149	273.144	318.582
HFC-152a	Imp.	-	-	-	689	-	-	-	345	-
HFC-152a	Exp.	-	-	-	-	-	(603)	-	-	-
HFC-152a	Cons.	-	-	-	689	-	(603)	-	345	-
HFC-227ea	Imp.	1.714	4.110	6.808	12.290	6.742	6.787	8.492	11.971	10.180
HFC-227ea	Exp.	-	-	-	-	-	(29)	-	-	(158)
HFC-227ea	Cons.	1.714	4.110	6.808	12.290	6.742	6.758	8.492	11.971	10.022
HFC-23	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	-	17
HFC-23	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HFC-23	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	-	17
HFC-236fa	Imp.	-	-	-	81	-	-	-	-	-
HFC-236fa	Exp.	-	-	-	=	_	_	-	-	-
HFC-236fa	Cons.	-	-	-	81	-	-	-	-	_
HFC-245fa	Imp.	-	-	_	-	_	_	-	_	18
HFC-245fa	Exp.	-	_	_	-	_	_	-	_	_
HFC-245fa	Cons.	-	_	_	-	_	_	-	_	18
HFC-365mfc	Imp.	-	-	-	-		_	-	-	8
HFC-365mfc	-		-	-		-	_		-	0
HFC-365mfc	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	8
	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	-	8
HFC-365mfc/ HFC-227ea	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	-	15
HFC-365mfc/ HFC-227ea	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HFC-365mfc/ HFC-227ea	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	-	15
HFC-43-10mee	Imp.	-	-	-	-	27	-	-	-	-
HFC-43-10mee	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HFC-43-10mee	Cons.	-	-	-	-	27	-	-	-	-
R-401B	Imp.	30	-	-	-	-	-	-	-	-
R-401B	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R-401B	Cons.	30	-	-	-	-	_	-	-	-
R-402A	Imp.	784	-	1.176	588	-	147	-	330	-
R-402A	Exp.	-	-	-	-	_	_	(22)	-	_
R-402A	Cons.	784	-	1.176	588	-	147	(22)	330	-
R-402B	Imp.	-	-	-	-	_	-	-	-	90
R-402B	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R-402B	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	-	90
R-404A	Imp.	24.339	18.129	57.854	44.523	54.288	46.376	58.047	119.321	133.951
R-404A	Exp.	-	-	(1.172)	(9.526)	(10.338)	(9.495)	(13.808)	(10.265)	(13.559)
R-404A	Cons.	24.339	18.129	56.682	34.997	43.949	36.880	44.239	109.056	120.392
R-407C	Imp.	4.057	2.261	2.469	14.863	11.970	11.832	9.626	30.494	21.005
R-407C	Exp.	4.037	2.201	(2)	(116)	(44)	(15)	(45)	(47)	(40)
R-407C	Cons.	4.057	2.261	2.467	14.747	11.926	11.816	9.581	30.447	20.965
R-407F			- 2.201	2.407		-	11.010		30.447	20.903
R-407F	Imp.	-		-	-		-	-	-	-
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R-407F	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	-	-

GreenLabUCGestión y Política Ambiental DICTUC S.A.



Sustancias	Tipo	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
R-408A	Imp.	1.386	3.235	3.235	3.235	-	-	289	288	289
R-408A	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R-408A	Cons.	1.386	3.235	3.235	3.235	-	-	289	288	289
R-410A	Imp.	-	1	-	396	138	1.118	880	13.660	24.334
R-410A	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	(305)	(103)
R-410A	Cons.	-	1	-	396	138	1.118	880	13.355	24.232
R-417A	Imp.	-	-	-	-	-	33	-	-	-
R-417A	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R-417A	Cons.	-	-	-	-	-	33	-	-	-
R-422D	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R-422D	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R-422D	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R-425A	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R-425A	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R-425A	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R-427A	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R-427A	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R-427A	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R-437A	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R-437A	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R-437A	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R-438A	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R-438A	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R-438A	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R-503	Imp.	2	-	-	-	-	-	-	-	-
R-503	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R-503	Cons.	2	-	-	-	-	-	-	-	-
R-507A	Imp.	-	-	3.977	1.056	1.599	6.749	2.492	16.451	9.506
R-507A	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	(1)	-
R-507A	Cons.	-	-	3.977	1.056	1.599	6.749	2.492	16.450	9.506
R-508B	Imp.	-	-	-	-	-	2	4	-	4
R-508B	Ехр.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R-508B	Cons.	-	-	-	-	-	2	4	-	4
Isceon 89	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Isceon 89	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Isceon 89	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chesterton 279	Imp.	1.295	1.113	2.146	776	262	396	105	218	-
Chesterton 279	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chesterton 279	Cons.	1.295	1.113	2.146	776	262	396	105	218	-
Chesterton 286	Imp.	2	27	-	4	-	-	-	-	-
Chesterton 286	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chesterton 286	Cons.	2	27	-	1 1 4 6	- 17	-	-	4 742	1 160
Chesterton 296	Imp.	-	-	-	1.146	17	-	86	1.713	1.460
Chesterton 296	Exp.	-	-	-	1 116	- 17	-	- 06	4 743	1 400
Chesterton 296	Cons.	-	-	-	1.146	17	-	86	1.713	1.460
Genesolv ST Genesolv ST	Imp.	-	-	-	-	-	-	29	118	-
Genesolv ST	Exp.	-	-	-	-	-	-	29	110	-
LPS 416	Cons.	-	-	-	246	537	266	198	118 309	687
LPS 416	Imp.		-		- 246			198	309	087
LPS 416	Exp.			-	246	- E27	266	198	200	- 607
LPS 4620	Cons.	-		-	240	537 -	107	198	309	687
LPS 4620	Imp.	-	-	-	-	-	107	-	-	-
LF3 402U	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	_

GreenLabUCGestión y Política Ambiental DICTUC S.A.



Sustancias	Tipo	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
LPS 4620	Cons.	-	-	-	-	-	107	-	-	-
Total	lmp.	123.444	188.033	234.213	205.519	239.843	264.549	302.075	491.640	545.740
Total	Exp.	-	-	(3.223)	(19.324)	(18.646)	(26.838)	(44.897)	(32.605)	(35.778)
Total	Cons.	123.444	188.033	230.989	186.195	221.198	237.710	257.178	459.036	509.962

Se presentan sólo los valores de la mediana

Fuente: Elaboración propia en base a datos de sustancias a granel y en equipos/productos

Tabla 4-54 Importación, exportación y consumo por sustancia, periodo 2008-2015 [kg de HFC]

		+ importation			-				
Sustancia	Tipo	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HFC-125	Imp.	3.712	6.029	2.367	3.273	2.151	1.100	4.414	6.045
HFC-125	Ехр.	-	-	-	-	-	-	-	-
HFC-125	Cons.	3.712	6.029	2.367	3.273	2.151	1.100	4.414	6.045
HFC-134a	lmp.	358.259	359.984	545.854	615.550	560.270	647.553	705.029	613.000
HFC-134a	Exp.	(15.140)	(7.803)	(8.610)	(11.131)	(9.332)	(3.238)	(3.068)	(2.781)
HFC-134a	Cons.	343.118	352.181	537.244	604.419	550.937	644.315	701.961	610.219
HFC-152a	Imp.	845	2.459	3.182	1.529	976	3.651	1.982	4.760
HFC-152a	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-
HFC-152a	Cons.	845	2.459	3.182	1.529	976	3.651	1.982	4.760
HFC-227ea	Imp.	14.844	21.559	22.328	47.003	43.933	21.049	31.119	36.120
HFC-227ea	Ехр.	(112)	(104)	-	-	-	-	(2.000)	-
HFC-227ea	Cons.	14.732	21.455	22.328	47.003	43.933	21.049	29.119	36.120
HFC-23	Imp.	-	5	-	46	135	25	-	279
HFC-23	Ехр.	-	-	-	-	-	-	-	-
HFC-23	Cons.	-	5	-	46	135	25	-	279
HFC-236fa	Imp.	-	-	-	-	-	-	27	-
HFC-236fa	Ехр.	-	-	-	-	-	-	-	-
HFC-236fa	Cons.	-	-	-	-	-	-	27	-
HFC-245fa	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	-
HFC-245fa	Ехр.	-	-	-	-	-	-	-	-
HFC-245fa	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	-
HFC-365mfc	Imp.	975	960	960	1.920	-	40.320	19.200	76.800
HFC-365mfc	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-
HFC-365mfc	Cons.	975	960	960	1.920	-	40.320	19.200	76.800
HFC-365mfc/ HFC-227ea	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	19.200
HFC-365mfc/ HFC-227ea	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-
HFC-365mfc/	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	19.200
HFC-227ea	lua ia	1 027	1 100						
HFC-43-10mee	Imp.	1.037	1.198	-	-	-	-	-	-
HFC-43-10mee	Exp.	1.037	1 100	-	-	-	-	-	-
HFC-43-10mee	Cons.	1.037	1.198	-	-	-	-	-	-
R-401B	Imp.	-	-		-	-	-	-	-
R-401B	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-
R-401B	Cons.	-	-	- 000	1 465	-	-	-	-
R-402A	Imp.	-	-	880	1.465	-	-	-	-
R-402A	Ехр.	-	-	-	4 465	-	-	-	-
R-402A	Cons.	-	-	880	1.465	-	-	-	-
R-402B	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	-
R-402B	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-
R-402B	Cons.	405.504	-	- 247 202	220.050	244 575	207.056	242.662	470.000
R-404A	Imp.	195.681	118.844	217.303	238.853	241.575	207.956	242.660	170.029
R-404A	Exp.	(12.992)	(8.068)	(6.513)	(6.020)	(2.624)	(2.402)	(7.322)	(8.525)
R-404A	Cons.	182.689	110.776	210.789	232.832	238.952	205.554	235.338	161.504

GreenLabUCGestión y Política Ambiental DICTUC S.A.



Customoio	Tino	2000	2000	2010	2011	2012	2012	2014	2015
Sustancia	Tipo	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
R-407C	lmp.	27.805	36.397	46.317	84.907	34.857	52.220	72.690	44.619
R-407C	Exp.	(352)	(372)	(528)	(473)	(1.181)	(5)	(32)	(39)
R-407C	Cons.	27.453	36.026	45.789	84.433	33.677	52.215	72.657	44.580
R-407F	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	907
R-407F	Ехр.	-	-	-	-	-	-	-	-
R-407F	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	907
R-408A	Imp.	-	2.584	3.813	2.542	3.928	-	693	2.253
R-408A	Ехр.	-	-	(35)	-	(37)	-	-	-
R-408A	Cons.	-	2.584	3.777	2.542	3.891	-	693	2.253
R-410A	lmp.	46.317	52.535	96.978	165.677	180.507	262.594	301.925	317.039
R-410A	Ехр.	(207)	(431)	(610)	(308)	(615)	(112)	(528)	(683)
R-410A	Cons.	46.109	52.104	96.368	165.369	179.892	262.482	301.397	316.356
R-417A	Imp.	-	-	1.178	3.904	-	548	8.759	5.349
R-417A	Ехр.	-	-	-	-	-	-	-	(55)
R-417A	Cons.	-	-	1.178	3.904	-	548	8.759	5.294
R-422D	Imp.	-	-	24	-	-	-	-	876
R-422D	Ехр.	-	-	-	-	-	-	-	-
R-422D	Cons.	-	-	24	-	-	-	-	876
R-425A	Imp.	-	-	-	-	-	-	13.680	-
R-425A	Ехр.	-	-	-	-	-	-	-	-
R-425A	Cons.	-	-	-	-	-	-	13.680	-
R-427A	lmp.	-	-	-	9.072	-	-	-	-
R-427A	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-
R-427A	Cons.	-	-	-	9.072	-	-	-	-
R-437A	Imp.	-	-	-	-	_	-	1.791	-
R-437A	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-
R-437A	Cons.	-	-	-	-	_	-	1.791	-
R-438A	Imp.	-	-	-	-	_	1.331	11.533	454
R-438A	Exp.	-	-	-	_	_	-	_	(7.540)
R-438A	Cons.	_	-	-	-	-	1.331	11.533	(7.086)
R-503	Imp.	_	-	-	-	_	-		-
R-503	Exp.	_	-	-	-	_	-	_	_
R-503	Cons.	_	_		_	_		_	_
R-507A	Imp.	34.763	42.448	90.649	178.936	215.664	237.616	298.298	343.283
R-507A	Exp.	(904)	(3.164)	(1.808)	(3.935)	(9.718)	237.010	230.230	(565)
R-507A	Cons.	33.859	39.284	88.841	175.001	205.946	237.616	298.298	342.718
R-508B		8	33.204	10	25	203.540	237.010	24	24
R-508B	Imp. Exp.	0	-	10	23	-	-	24	24
R-508B		8	-	10	25	-	-	24	24
Isceon 89	Cons.	-		14	- 25	-	-	24	24
Isceon 89	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	-
Isceon 89	Exp. Cons.	-	-	14		-	-	-	-
					-		1 970		1 122
Chesterton 279	Imp.	-	282	511	-	174	1.870	1.308	1.132
Chesterton 279	Exp.	-		-	-	474	4 070	4 200	- 4 422
Chesterton 279	Cons.	-	282	511	-	174	1.870	1.308	1.132
Chesterton 286	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	-
Chesterton 286	Ехр.	-	-	-	-	-	-	-	-
Chesterton 286	Cons.	-	- 1 212	- 4 700	- 2 424	-		- 2.555	-
Chesterton 296	Imp.	1.176	1.313	1.792	3.421	4.144	1.630	2.555	4.416
Chesterton 296	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-
Chesterton 296	Cons.	1.176	1.313	1.792	3.421	4.144	1.630	2.555	4.416
Genesolv ST	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	-
Genesolv ST	Ехр.	-	-	-	-	-	-	-	-





3.917	2.735	- 4.005
3.917	2.735	4.005
-		
	-	-
3.917	2.735	4.005
-	-	-
-	-	-
-	-	-
183.380 1	.720.421	1.650.592
(5.757)	(12.950)	(20.188)
177.623 1	.707.471	1.630.404
	- - 483.380 1 (5.757)	

Se presentan sólo los valores de la mediana

Fuente: Elaboración propia en base a datos de sustancias a granel y en equipos/productos

En la Figura 4-56 se presenta la distribución por sustancia del consumo total, destacando las siete sustancias principales, y agrupando las demás. Se observa que el HFC-134a ha sido siempre la sustancia con mayor consumo, sin embargo, ha perdido peso específico frente a otros refrigerantes tales como el R-404A, R-410A y el R-507A. Al comparar con el mismo análisis para el consumo de sustancias a granel, se destaca el aumento en estas tres sustancias, lo cual se relaciona a su importación adicional, tanto en la refrigeración comercial como en los aires acondicionados no vehiculares.

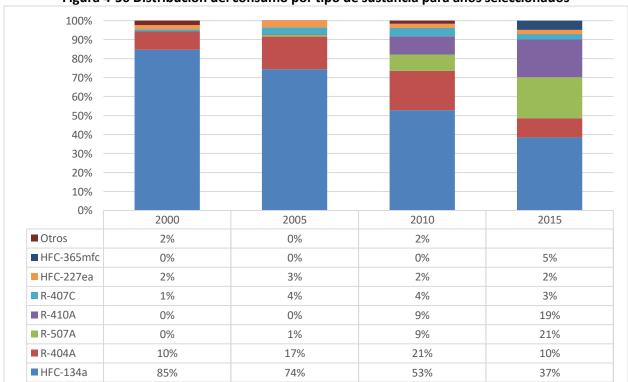


Figura 4-56 Distribución del consumo por tipo de sustancia para años seleccionados

Consumo entendido como la diferencia entre las importaciones y las exportaciones

Fuente: Elaboración propia en base a datos de sustancias a granel y en equipos/productos





En la Tabla 4-55 y Tabla 4-56 se presentan los valores consolidados para las importaciones y exportaciones respectivamente, según sustancia pura, esto es considerando tanto las sustancias puras como la composición de las mezclas.

Tabla 4-55 Importaciones consolidadas según sustancias puras, periodo 1999-2015 [kg de HFC]

Año	HFC- 125	HFC- 134a	HFC- 143a	HFC- 152a	HFC- 227ea	HFC- 23	HFC- 236fa	HFC- 245fa	HFC-32	HFC- 365mfc	HFC- 43-10mee	Total
1999	12,690	94,213	13,860	30	1,714	2			933		2	123.444
2000	8.970	162.171	12.235		4.110				520		27	188.033
2001	29.665	162.291	34.881		6.808				568			234.213
2002	25.047	136.700	26.488	689	12.290		81	301	3.616	301	4	205.519
2003	27.752	173.463	29.029		6.742			5	2.822	5	27	239.843
2004	28.460	198.530	27.490		6.787	2			3.280			264.549
2005	29.671	229.499	31.681		8.492	4		52	2.654	23		302.075
2006	76.840	317.099	70.523	345	11.971			569	13.844	451		491.640
2007	84.914	358.160	74.658		10.181	21		402	16.998	406		545.740
2008	137.303	381.991	119.136	845	14.844	8		309	29.554	1.284	1.037	686.311
2009	115.253	386.372	85.266	2.459	21.559	5		346	34.639	1.306	1.198	648.401
2010	205.354	582.391	161.631	3.182	22.328	10		471	59.142	1.431		1.035.941
2011	307.853	678.714	216.785	1.529	47.003	72		900	103.728	2.820		1.359.403
2012	315.763	592.992	236.860	976	43.933	135		1.091	98.271	1.091		1.291.111
2013	356.638	690.470	226.945	3.651	21.049	25		429	143.423	40.749		1.483.380
2014	439.453	778.480	275.934	1.982	32.760	24	27	672	171.215	19.872		1.720.421
2015	426.123	653.856	262.012	4.760	37.464	303		1.162	169.093	95.818		1.650.592

Se presentan sólo los valores de la mediana

Fuente: Elaboración propia en base a datos de sustancias a granel y en equipos/productos





Tabla 4-56 Exportaciones consolidadas según sustancias puras consolidadas, periodo 1999-2015 [kg de HFC]

Año	HFC-125	HFC-134a	HFC-143a	HFC-152a	HFC-227ea	HFC-32	Total
2001	516	2.097	609	-	-	0	3.223
2002	4.220	10.124	4.953	-	-	27	19.324
2003	4.560	8.700	5.376	-	-	10	18.646
2004	4.182	17.083	4.938	603	29	4	26.838
2005	6.453	31.254	7.180	-	-	10	44.897
2006	4.681	22.422	5.338	-	-	163	32.605
2007	6.027	22.482	7.051	-	158	61	35.778
2008	6.360	15.843	7.208	-	112	185	29.708
2009	5.441	8.319	5.777	-	104	301	19.942
2010	4.211	9.144	4.322	-	-	426	18.104
2011	4.889	11.618	5.098	-	-	263	21.868
2012	6.621	10.051	6.256	-	-	579	23.507
2013	1.114	3.336	1.249	-	-	57	5.757
2014	3.494	3.378	3.807	-	2.000	272	12.950
2015	7.884	6.582	4.716	-	-	1.006	20.188

Se presentan sólo los valores de la mediana

Fuente: Elaboración propia en base a datos de sustancias a granel y en equipos/productos





Considerando dicha información, se puede graficar el consumo según la composición en sustancias puras, presentado en la Figura 4-57. Se observa que el crecimiento no ha sido homogéneo en todas las sustancias puras. En la primera parte del periodo estudiado, destaca principalmente el consumo de HFC-134a, con un consumo menor de HFC-125 y HFC-143a asociado al consumo de R-404A. A partir del año 2005, el crecimiento del consumo del HFC-125 y HFC-143a aumenta en la medida que aumenta el consumo de R-404A y R507A en aplicaciones de refrigeración. Lo mismo sucede con el HFC-32 cuyo crecimiento se asocia al consumo de R-410A. Cabe destacar que, en el último periodo, se observa un importante crecimiento del consumo de HFC-365mfc, asociado al uso como agente espumante.

En la Figura 4-58 también se puede observar cómo la distribución del consumo por gas ha variado con el tiempo.

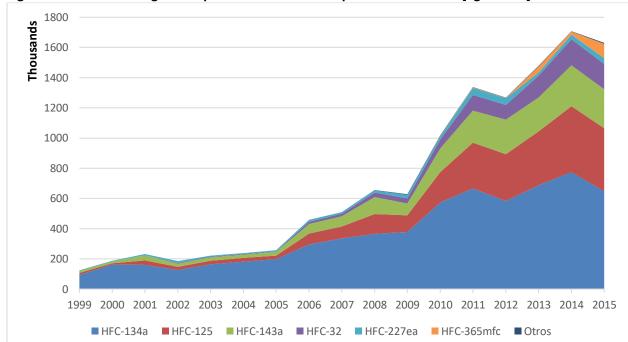


Figura 4-57 Consumo según composición en sustancias puras consolidadas [kg de HFC]

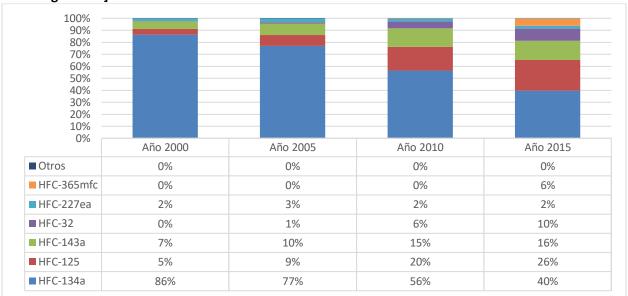
Consumo entendido como la diferencia entre las importaciones y las exportaciones Se presentan sólo los valores de la mediana

Fuente: Elaboración propia en base a sustancias contenida en equipos/productos y granel





Figura 4-58 Distribución del consumo de sustancias puras consolidadas para años seleccionados [en base a kg de HFC]



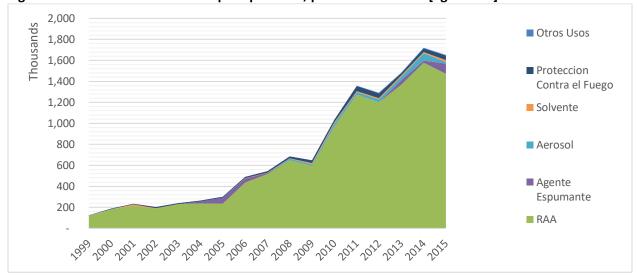
Fuente: Elaboración propia en base a sustancias contenida en equipos/productos y granel

La variación de las importaciones y exportaciones, responde a la demanda que surge por el uso de las sustancias en las distintas aplicaciones. En la Figura 4-59 se presenta la desagregación del consumo según aplicación, mientras que en la Tabla 4-57 se presenta el detalle numérico para los últimos tres años. Cabe destacar que en las bases de datos adjuntas ("Anexo 3 — HFC Resultados" pestaña "Consumo Consolidado HFC") se encuentra el detalle numérico, considerando todo el periodo y la incertidumbre asociada.





Figura 4-59 Consumo de sustancia por aplicación, periodo 1999-2015 [kg de HFC]



Consumo entendido como la diferencia entre las importaciones y las exportaciones. Se presentan sólo los valores de la mediana

Fuente: Elaboración propia en base a sustancias contenida en equipos/productos y granel

En todo el periodo, la aplicación refrigeración y aire acondicionado representa la inmensa mayoría del consumo y, salvo extinción del fuego, ninguna otra aplicación presenta un consumo considerable durante todo el periodo. Se destaca, sin embargo, que en los últimos años estudiados ha crecido notoriamente el uso de HFC como agente espumante y ha mantenido su relevancia en la aplicación de extinción del fuego. Aun así, para el año 2015 la aplicación RAA representa el 89,2% del consumo total de HFC en Chile.

Tabla 4-57 Consumo de sustancias con HFC por aplicación, periodo 2010-2015 [kg neto]

Aplicaciones	2010	2011	2012	2013	2014	2015
RAA	969.723	1.274.559	1.201.530	1.369.239	1.579.532	1.472.347
Agente Espumante	960	1.920		40.320	19.200	96.000
Aerosol	28.031	22.064	27.543	33.792	69.656	16.201
Solvente	11.636	8.729	12.076	13.814	10.627	17.682
Extinción del fuego	24.637	50.243	46.011	21.215	34.812	42.042
Otros Usos	954	1.887	3.950	4.999	6.593	6.320
Total	1.035.941	1.359.403	1.291.111	1.483.380	1.720.421	1.650.592

Consumo entendido como la diferencia entre las importaciones y las exportaciones Se presentan sólo los valores de la mediana

Fuente: Elaboración propia en base a sustancias contenida en equipos/productos y granel

La Figura 4-60 presenta la distribución del consumo del año 2015 60, presentando su desagregación en aplicaciones, sub-aplicaciones y usos. En las siguientes secciones se presenta

⁶⁰ El mismo ejercicio puede realizarse para el resto de los años a partir de las BD de resultados. Se presenta sólo el año 2015 como un ejemplo, y pues corresponde al último año con información.





el detalle para cada una de las aplicaciones, incluyendo el detalle por cada una de las subaplicaciones, en los casos que corresponda. Es interesante observar las diferencias que se observan con la Figura 3-17 donde se presenta un análisis similar, pero sólo para las importaciones a granel.

100% Otras; 0.4% Solvente: 1.1% Aerosol; 1.0% Agente Espumante; Extinción de Fuego; Mantencion; 0.4% 90% 2.6% 80% AA Móvil; 27.1% 70% Aire Acondicionado; 50.2% 60% Consumo Nacional; 50% 40% Mantencion; 2.2% Nueva; 0.3% Transporte; 2.5% 30% Industrial; 12.4% 20% Refrigeracion; 38.9% Mantencion; 18.3% Comercial; 21.5% 10% Mantencion; 0.2% Doméstica; 2.5% 0%

Figura 4-60 Distribución del consumo (granel + carga de equipos) consolidado de HFC año 2015 [en base a kg de HFC]

Fuente: Elaboración propia en base a datos de aduana y lo descrito en el presente capítulo

Sub-aplicación

4.3.1 Refrigeración y Aire Acondicionado

Aplicación

Total

Las aplicaciones de aire acondicionado y refrigeración cuentan con una fracción de su consumo proveniente de las sustancias contenidas en los equipos de refrigeración o aire acondicionados. La Tabla 4-58 presenta la distribución de las sustancias de acuerdo a si su origen fueron importaciones a granel o sustancias contenidas dentro de los equipos. Se observa que para los





últimos años del periodo de estudio, en torno a un 25% de la sustancias con HFC utilizadas en estas aplicaciones viene contenida en equipos importados.

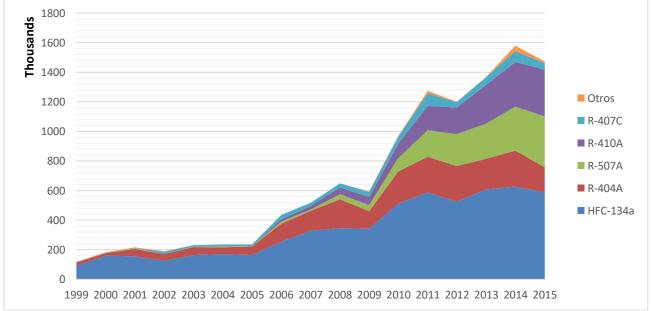
Tabla 4-58 Distribución del consumo de las sustancias según forma de ingreso al país, Año 2010-2015

[eli base a kg de life]										
Forma de ingreso	2010	2011	2012	2013	2014	2015				
Granel	78%	78%	74%	75%	77%	75%				
Equipos Refrigeración	2%	2%	2%	2%	1%	1%				
Equipos AA	8%	9%	11%	11%	12%	14%				
AA Vehicular	12%	12%	13%	13%	10%	10%				

Fuente: Elaboración propia en base a datos de consumo a granel y contenido en equipos/productos

Se identificaron un total de 20 sustancias con HFC las cuales fueron utilizadas para refrigeración y aire acondicionado en el periodo 1999-2015. Sin perjuicio de esto, cinco sustancias representan la mayor parte del consumo. Lo anterior se puede visualizar en la Figura 4-61, donde se observa que cinco sustancias (HFC-134a, R-404A, R-507A, R410A, R-407C) representan sobre el 98% del consumo anual para todo el periodo, el consumo de estas 5 sustancias alcanza un 99,8% del consumo total.

Figura 4-61 Consumo de sustancias con HFC en aplicación RAA [kg de HFC]



Consumo entendido como la diferencia entre importaciones y exportaciones Se presentan sólo los valores de la mediana

Fuente: Elaboración propia en base a datos de consumo a granel y contenido en equipos/productos

En la misma figura se observa que hasta el año 2005 no se observa una tendencia clara al crecimiento, sin embargo, a partir de dicho año el crecimiento anual promedio ha alcanzado un 20,1%.





Sin embargo, no todas las sub-aplicaciones han seguido un crecimiento igual, tal como se puede apreciar en la Figura 4-62. El AA móvil ha sido la principal sub-aplicación en cuanto al consumo, tanto por la mayor cantidad de vehículos que son vendidos con AA, como por el alto grado de mantención que se les realiza a los sistemas de Aire Acondicionado en los vehículos. Lo anterior coincide con lo descrito por uno de los principales importadores de sustancias, quienes afirman que las ventas asociadas a AA no sólo son muy relevantes, sino que también son estacionales, dándose principalmente entre Octubre y Marzo, es decir, entre primavera y verano chileno. El AA estacionario ha presentado también un importante crecimiento, especialmente a partir del año 2006. En la Tabla 4-59 se puede observar cómo todos los años ha aumentado su peso relativo en la distribución, casi alcanzando al AA vehicular.

En cuanto a la refrigeración, la principal sub-aplicación es la refrigeración comercial, seguida de cerca por la refrigeración industrial. A partir del año 2005, ambas sub-aplicaciones comenzaron a aumentar su demanda total de HFC, tanto para la instalación de equipos y sistemas nuevos, como para la mantención de los sistemas existentes. Por su parte, la refrigeración doméstica ha representado una fracción menor del consumo, incluso retrocediendo en los últimos años al ser reemplazado el HFC-134a por el R-600A en un número importante de equipos de refrigeración.

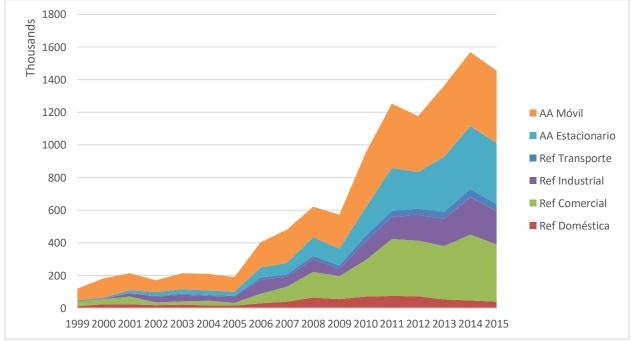


Figura 4-62 Consumo de HFC según sub-aplicación RAA [kg de HFC]

Consumo entendido como la diferencia entre importaciones y exportaciones

Fuente: Elaboración propia en base a datos de consumo a granel y contenido en equipos/productos





Tabla 4-59 Distribución del consumo de HFC (todas las sustancias) según sub-aplicación por año

Año	Refrigeración	Refrigeración	Refrigeración	Refrigeración	AA	AA Móvil
7410	Doméstica	Comercial	Industrial	Transporte	Estacionario	701100111
1999	11%	24%	1%	2%	4%	59%
2000	13%	17%	2%	1%	3%	65%
2001	11%	23%	9%	1%	8%	48%
2002	10%	11%	20%	2%	15%	42%
2003	10%	9%	20%	2%	13%	46%
2004	8%	13%	15%	2%	14%	48%
2005	9%	9%	20%	2%	14%	47%
2006	8%	14%	21%	4%	15%	38%
2007	8%	19%	12%	3%	15%	42%
2008	11%	25%	13%	3%	18%	30%
2009	9%	25%	8%	3%	18%	36%
2010	7%	24%	12%	4%	18%	35%
2011	6%	28%	11%	3%	21%	31%
2012	6%	29%	13%	3%	19%	29%
2013	4%	24%	12%	3%	25%	32%
2014	3%	26%	15%	3%	25%	29%
2015	3%	24%	14%	3%	26%	30%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de consumo a granel y contenido en equipos/productos

Respecto a la distribución de sustancias por sub-aplicación en la Tabla 4-60 se puede observar la distribución de cada sustancia para cada una de las sub-aplicaciones. Se observa que las 20 sustancias no son uniforme respecto a su uso. Se observan sustancias, como la HFC-134a, que es utilizada en todas las sub-aplicaciones. Mientras otras sustancias, aún con un alto consumo, son utilizadas en una sólo una sub-aplicación, como el R-410A. Cabe destacar que los resultados presentados fueron estimados para todo el periodo, pero las tablas anuales se pueden obtener de los resultados numéricos adjuntos en el "Anexo 3 – Resultados HFC".





Tabla 4-60 Distribución del consumo por sustancia según sub-aplicación [en base a kg]

Sustancias	Refrigeración Doméstica	Refrigeración Comercial	Refrigeración Industrial	Refrigeración Transporte	AA Estacionario	AA Móvil
				•		50.00/
HFC-134a	12,2%	7,3%	1,1%	3,6%	7,5%	68,3%
HFC-23	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
R-401B	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
R-402A	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
R-402B	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
R-404A	0,0%	53,2%	40,1%	6,7%	0,0%	0,0%
R-407C	0,0%	0,0%	27,8%	0,0%	71,2%	1,0%
R-407F	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
R-408A	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
R-410A	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%
R-417A	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
R-425A	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
R-427A	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
R-437A	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
R-438A	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
R-503	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
R-507A	0,0%	75,6%	24,4%	0,0%	0,0%	0,0%
R-508B	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Isceon 89	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de consumo a granel y contenido en equipos/productos

4.3.2 Agente espumante

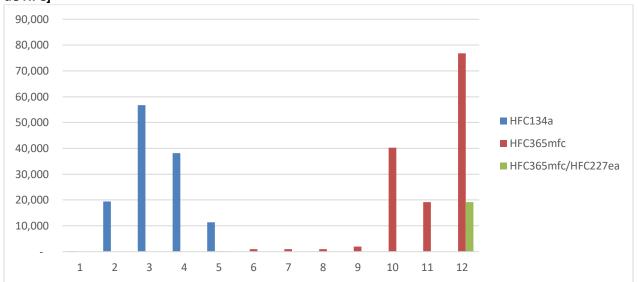
Sólo se identificaron consumos en la partida de sustancias a granel. Las sustancias importadas como agente espumante son el HFC-134a, HFC-365mfc y la mezcla HFC-365mfc/HFC-227ea. No se observa ninguna exportación de sustancias para agente espumante en el periodo para el cual se cuenta datos. El uso de estas sustancias sería como alternativas al uso de HCFC-141b, el cual es el agente espumante que tradicionalmente se ha utilizado en el país. Se hace la distinción de que el HFC-134a fue importado como agente espumante sólo en el periodo 2003-2007.

Cabe destacar el crecimiento que han tenido a partir del 2013 las importaciones de HFC-365mfc, tanto puro como en mezcla con el HFC-227ea. Esto lo ha llevado a posicionarse dentro de las sustancias con HFC con mayores importaciones, detrás de las sustancias utilizadas en refrigeración y climatización.





Figura 4-63 Importaciones de sustancias, puras y mezclas, para aplicación de agentes espumante [kg de HFC]



Fuente: Elaboración propia en base a datos de partidas arancelarias 29.03 y 38.24

De acuerdo a los antecedentes recabados el uso de estos agentes espumantes es para paneles de espuma rígida de poliuretano (Unidad Ozono & ONUDI, 2017). De esta forma todo el consumo está asociado a la sub-aplicación espumas rígidas de celdas cerradas.

4.3.3 Aerosoles

Si bien durante el periodo de estudio el consumo a granel de aerosoles es más bien marginal en comparación con el consumo de HFC contenido en los broncodilatadores, durante el año 2014 existen tres importaciones, que significan que durante ese año ambas magnitudes son comparables.

Tabla 4-61 Distribución del consumo de sustancias con HFC según origen [en base a kg de HFC]

Origen	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Granel	0,1%	0,3%	0,1%	3,4%	57,0%	1,2%
MDI (partida arancelaria 30.04)	99,9%	99,7%	99,9%	96,6%	43,0%	98,8%

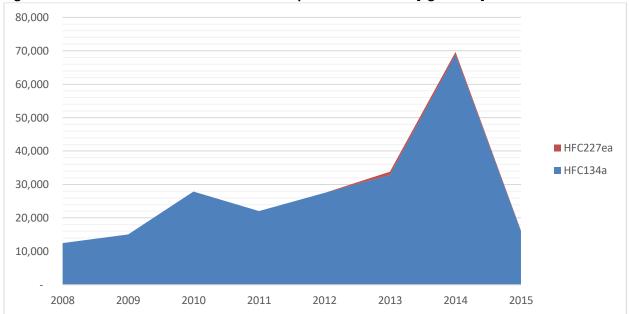
Fuente: Elaboración propia en base a datos de partidas arancelarias 29.03, 38.24 y 30.04

Dada la falta de información respecto a las importaciones de MDI antes del año 2008, en conjunto con la imposibilidad de cuantificar la cantidad de HFC contenidas en otros productos con aerosoles, se opta por presentar los resultados de consumo sólo a partir del año 2008.









Fuente: Elaboración propia en base a datos de partidas arancelarias 29.03, 38.24 y 30.04

En la Figura 4-65no se observa una tendencia clara y destaca el peak de consumo observado en el año 2014. La información respecto a este fue detallada en la sección 4.1.4, cuando se reportan las importaciones de sustancias a granel.

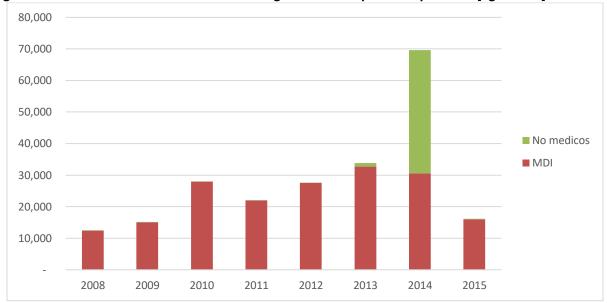
Se asume que la totalidad de la sustancias a granel están destinadas a la sub-aplicación aerosol no médico⁶¹, de esta forma se puede observar el consumo por sub-aplicación en la Figura 4-65.

⁶¹ Sólo se identifica como aerosol no médico las importaciones a granel cuyo uso declarado en el formulario DIN es como propelente. Los aerosoles no médicos son importados por múltiples partidas y no fue posible encontrar un modo de identificar y sistematizarlos.





Figura 4-65 Consumo de sustancias con HFC según aerosoles por sub-aplicación [kg de HFC]



Fuente: Elaboración propia en base a datos de partidas arancelarias 29.03, 38.24 y 30.04

4.3.4 Solventes

Se observan importaciones de solventes en los registros de aduana tanto en sustancias a granel como en los registros de productos solventes. Si bien se trata de las mismas sustancias, se observa que a veces son ingresadas al país por una u otra partida. Lo anterior se discute con mayor detalle en la sección 4.2.5.

Tabla 4-62 Distribución de consumo de sustancias a granel según origen en base a [kg de HFC]

Origen	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Granel	80%	63%	58%	53%	31%	34%
Solventes (partida arancelaria 38.14)	20%	37%	42%	47%	69%	66%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de partidas arancelarias 29.03, 38.24 y 38.14

En total se observan 12 sustancias distintas utilizadas como solventes en el periodo, de las cuales 5 son sustancias puras, otra es R-404A con algunos registros los primeros años cuyo uso declarado es como solvente, y los restantes 6 son productos que contienen HFC en algún porcentaje. De estos productos destacan tanto el Chesterton 296, como el LPS416, al ser los más utilizados, y existiendo consumos anuales con una tendencia al crecimiento desde el año 2005.

En la Tabla 4-63 se presenta el detalle numérico respecto al consumo anual de cada una de las sustancias en el periodo de estudio.





Thousands 10 8 4 10 Sustancias 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 ■ HFC134a 153 814 1.027 409 3.258 4.368 2.499 3.986 2.747 2.048 3.368 1.982 ■ HFC152a 689 (603)345 845 2.459 3.182 1.529 976 3.651 4.760 ■ HFC245fa 18 ■ HFC365mfc 15 27 ■ HFC43-10mee 1.037 1.198 9.583 ■ R404A 871 ■ Chesterton 279 1.295 2.146 776 105 511 1.113 262 396 218 282 1.870 1.308 1.132 Chesterton 286 27 4 ■ Chesterton 296 1.146 17 86 1.713 1.460 1.176 1.313 1.792 3.421 4.144 1.630 2.555 4 416 1.784 ■ LPS 416 246 537 266 198 309 687 889 1.804 1.281 2.796 3.917 2.735 4.005 I PS4620 107 Genesoly ST 29 118

Tabla 4-63 Consumo en aplicación solventes según sustancia [kg de HFC]

Fuente: Elaboración propia en base a datos de partidas arancelarias 29.03, 38.24 y 38.14

4.3.5 Extinción del Fuego

La gran mayoría del consumo de sustancias con HFC para la extinción del fuego se realiza por medio de las partidas de sustancias a granel (29.03 y 38.24), mientras que una fracción menor se realiza por medio de la partida arancelaria 38.13. Sólo el año 2015 esta partida alcanza una fracción mayor del consumo, alcanzando un 8% del consumo total de la aplicación extinción del fuego.

Tabla 4-64 Distribución del consumo de sustancias con HFC según origen en aplicación extinción del fuego [en base a kg de HFC]

Origen	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Granel	94,3%	99,4%	99,9%	99,5%	99,0%	92,5%
Partida 38.13	5,7%	0,6%	0,1%	0,5%	1,0%	7,5%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de partidas arancelarias 29.03, 38.24 y 38.13

Se observan importaciones de cuatro sustancias distintas: HFC-227ea, HFC-125, HFC-23 y HFC-236fa. De estas, sólo las dos primeras cuentan con un consumo continuado en el tiempo, mientras que el HFC-23 y el HFC-236fa presentan sólo importaciones esporádicas de una magnitud muy menor. Lo anterior es observable en la Figura 4-66. Al año 2015, el HFC-227ea





representa el 85% de total del consumo de la aplicación extinción del fuego, mientras que el HFC-125 representa un 14%. La fracción restante corresponde a la importación de HFC-23.

For the state of t

Figura 4-66 Consumo de sustancias HFC en aplicación extinción del fuego [kg de HFC]

Fuente: Elaboración propia en base a datos de partidas arancelarias 29.03, 38.24 y 38.13

4.3.6 Otras Aplicaciones

Sólo se identificaron otros usos en las partidas de sustancias a granel. Su uso es detallado en la glosa de cada uno de los registros y se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 4-65 Otras aplicaciones y gases utilizados

Uso	Sub-aplicación	Gases identificados
Desodorizante	Uso industrial	HFC-125
Tratamientos dermatológicos	Uso médico	HFC-134a
Industrial para soldar	Uso industrial	HFC-134a

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4-66 se observan las importaciones de estas sustancias con fines en otras aplicaciones. No se observó ninguna exportación cuyo uso declarado haya sido otras aplicaciones. Se observa una tendencia al crecimiento del consumo de HFC-134a, especialmente impulsado por su uso en tratamientos dermatológicos.





Tabla 4-66 Importación de sustancias para otras aplicaciones [kg de HFC]

Año	HFC-125	HFC-134a	
Sub-aplicación	Uso Industrial	Uso Médico	Uso Industrial
2003	5		
2004	104	14	
2005		29	
2006		85	
2007		164	
2008		419	
2009		378	
2010		954	
2011		1.887	
2012		3.950	
2013		4.761	239
2014		5.580	1.013
2015		6.156	164

Fuente: Elaboración propia

4.4 Estimación del tamaño de los bancos de HFC

En el contexto de un inventario de HFC se entiende como el contenido agregado de HFC en todos los equipos que aún no hayan cumplido con su vida útil, implicando que existe una acumulación de sustancias dentro de estos. De acuerdo a los criterios definidos en las GL-2006, "se llama banco a la diferencia acumulativa entre la cantidad de producto que se ha consumido en una aplicación o sub-aplicación y la cantidad que ya ha sido liberada" (IPCC, 2006b), y se oponen a aquellos consumos de liberación rápida, donde la liberación de la sustancia ocurre en un período menor a dos años.

Siguiendo este criterio, en la estimación del banco de HFC se consideraron la diferencia acumulativa en determinadas aplicaciones que forman banco:

- Refrigeración,
- Aire Acondicionado,
- Agente Espumante, y
- Extinción del Fuego

En refrigeración se consideraron tanto los equipos importados que utilicen HFC, así como los refrigeradores domésticos y comerciales fabricados dentro del país⁶². A estos se suman la instalación de sistemas de refrigeración en grandes superficies refrigeradas (supermercados e industria) y de transporte refrigerado (ver sección 4.4.3).

⁶² Tanto CTI como MIMET declararon su consumo de refrigerante para los últimos años. Dicho consumo fue utilizado para proyectar su consumo en el resto de los años de interés, en base a las importaciones a granel





Los equipos importados y exportados son obtenidos directamente desde las bases de datos de aduana en la partida arancelaria 84.18. Para la producción nacional se utilizan directamente las respuestas⁶³ de los fabricantes sobre un cuestionario diseñado en el contexto de la "Encuesta Sobre Alternativas a las SAO (HFC y otras)" (Unidad Ozono & ONUDI, 2017). Adicionalmente se estiman los bancos de refrigeración comercial asociada a supermercados en base a la información provista por CENCOSUD⁶⁴ y extrapolada al resto de los supermercados por superficie de venta. La estimación de la refrigeración industrial, se basa en las respuestas a las entrevistas telefónicas realizadas (ver sección 3.2.1) que permite caracterizar la extensión de la información (cuantas empresas por tipo de sustancia), en conjunto con diferentes estudios previos realizados por la Unidad Ozono del MMA (MMA, PNUD, & PNUMA, 2011; Unidad Ozono & ONUDI, 2017) que caracterizan la intensidad (demanda de sustancias por tipo de empresa). Para la refrigeración del sector transporte se realizó una estimación en base a los equipos de refrigeración con este fin que son importados de forma (sin refrigerante) por medio de la partida arancelaria 84.18.

En la aplicación aire acondicionado (ver sección 4.4.4) se consideraron tanto los equipos importados al país por medio de la partida arancelaria 84.15, así como sistemas de acondicionamiento de aire en grandes superficies, específicamente en hospitales y centros comerciales. Estos últimos son estimados a partir de los hospitales y centros comerciales existentes de acuerdo a lo presentado en la sección 3.2.2. Asimismo también se considera el aire acondicionado móvil que incluye tantos el aire acondicionado vehicular como el de los vagones del metro de Santiago, el primero se estima a partir de las ventas de vehículos con aire acondicionado⁶⁵ más los equipos con este fin importados bajo el código arancelario 8415.2000. Por su parte, para la estimación del banco de metro se utilizan de forma complementaria las respuestas de la empresa a la encuesta de sobre alternativas de las SAO (Unidad Ozono & ONUDI, 2017), con las memorias de la empresa.

Para el banco de las aplicaciones de agente espumante (sección 0) y extinción del fuego (sección 4.4.5), se construyen en base al consumo de sustancias para estas aplicaciones y factores internacionales definidos en las GL-2006 (IPCC, 2006b).

De forma general, el banco para una sustancia es estimado recursivamente siguiendo la Ecuación 4-1:

⁶³ Su detalle se puede revisar en el anexo digital: "Anexo 4- Minutas reuniones presenciales"

⁶⁴ Reunión realizada el 23 de Marzo del 2017, con Víctor Sepúlveda – Jefe de Refrigeración SISA, Gerencia Mantenimiento – División Obras y Proyects

⁶⁵ Información provista por ANAC el 21 de Febrero del 2017, incluida en el anexo digital: "Anexo 4 – Minutas reuniones presenciales", incluye ventas de vehículos livianos y medianos por año diferenciando si tienen o no Aire Acondicionado.





Ecuación 4-1 Ecuación general para la construcción recursiva de un banco

 $B_t = (B_{t-1} + N_t) - N_{t-\nu u}$

Fuente: en base a ecuación 7.17 de las GL-2006 (IPCC, 2006b)

Donde,

 B_t : Es el banco en el período t, estimada a partir de la capacidad instalada, medido en kg

 N_t : Carga entrante neta (diferencia entre importaciones + producción + recambio 66 y exportaciones + destrucción + emisiones) en el período t, medido en kg

vu : Vida útil del producto, medido en años

Por ejemplo, la Tabla 4-67 presenta una estimación para un banco de un equipo ficticio con una vida útil media de 3 años. Según se aprecia en los primeros 3 años sólo se acumulan equipos producto que ningún equipo sale por el fin de su vida útil. Recién en el año 4 los equipos que entraron el año 1 salen, resultando en su descuento del banco acumulado. Lo mismo sucede con el año 5 y los equipos que entraron el año 2, y así sucesivamente.

Tabla 4-67 Ejemplo de estimación de un banco

Parámetro	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Banco Año Anterior	0	3	7	12	15
Carga Entrante	3	4	5	6	7
Carga Saliente	0	0	0	3	4
Banco Año	3	7	12	15	18

Fuente: Elaboración propia en base a Figura 7.7 de las GL-2006

A partir de la Ecuación 4-1 se deduce que para estimar el banco es necesario conocer tanto la vida útil como la capacidad entrante cada año. La vida útil considerada se presenta en la sección 4.4.1, mientras en las secciones siguientes se presentan la metodología para la estimación de la carga entrante en cada una de las sub-aplicaciones.

4.4.1 Vida útil de equipos

Dada la forma en que se construyen los bancos, la vida útil es un parámetro especialmente sensible. En la Tabla 4-68 se resume la vida útil media considerada para cada uno de los bancos según sub-aplicación, y su comparación con el rango presentado en el Cuadro 7.9 de las GL-2006 (IPCC, 2006b).

De acuerdo a CTI⁶⁷, fabricante nacional e importador de equipos de refrigeración doméstica, un equipo de refrigeración doméstica alcanza una vida útil media de 15 años. Para los equipos con

⁶⁶ En el caso de sistemas de refrigeración o aire acondicionado, también se considera aquellos sistemas que hacen un recambio de refrigerante desde no-HFC a HFC.





fines comerciales se considera también un valor intermedio de 12 años, mientras que de acuerdo a los datos de recambio provistos por Cencosud⁶⁸, se consideró que la vida media de las instalaciones es de 10 años. Por su parte, FrioIngenieria⁶⁹ estima que la vida útil de los sistemas de refrigeración industrial está entre 15 y 20 años, se optó por 20 años siendo un valor intermedio del rango presentado en las GL-2006. Respecto al transporte refrigerado, Thermoking⁷⁰, importador de este tipo de equipos, estima que con correcta mantención, la vida útil de los equipos debiera ser entre 10 y 12 años, se considera una vida útil media de 10 años dentro del rango de las GL-2006.

Los importadores de equipos de aire acondicionado entrevistados (ANWO⁷¹ y TRANE⁷²) estiman la vida útil media de los equipos en 15 años, mientras que la vida útil en AA móvil es de 10 años (menos que la de un vehículo) de acuerdo a la literatura internacional revisada (Clodic et al., 2006; Shah, 2009)⁷³.

Respecto a la vida útil de los paneles de poliuretano (sub-aplicación celda cerrada) se considera una vida útil media de 50 años, igual a la recomendada por las GL-2006, esto por no tener mayores antecedentes respecto a la situación nacional. Lo mismo sucede con la extinción de fuego por medio de sistemas de anegación, mientras que para los extintores se considera una vida útil media de 5 años basado en el tiempo de expiración típico de este tipo de productos.

⁶⁷ Entrevista presencial realizada el 28 de Noviembre del 2016. Se incluye minuta en el anexo digital "Anexo 4-Minutas reuniones presenciales"

⁶⁸ Entrevista presencial realizada el 23 de Marzo del 2017. Se incluye minuta en el anexo digital "Anexo 4- Minutas reuniones presenciales"

⁶⁹ Entrevista presencial realizada el 5 de Enero del 2017. Se incluye minuta en el anexo digital "Anexo 4- Minutas reuniones presenciales"

⁷⁰ Entrevista presencial realizada el 17 de Marzo del 2017. Se incluye minuta en el anexo digital "Anexo 4- Minutas reuniones presenciales"

⁷¹ Entrevista presencial realizada el 12 de Diciembre del 2016. Se incluye minuta en el anexo digital "Anexo 4-Minutas reuniones presenciales"

⁷² Entrevista presencial realizada el 17 de Marzo del 2017. Se incluye minuta en el anexo digital "Anexo 4- Minutas reuniones presenciales"

⁷³ Específicamente se plantea que la vida útil esta entre 9 y 12 años.





Tabla 4-68 Vida útil media en equipos o productos que forman banco, por sub-aplicación

Aplicación	Sub-aplicación	Vida útil considerada	Rango Vida útil según (IPCC, 2006)
	Doméstica	15	12 - 20
	Comercial	Equipos: 12	Equipos: 10 – 15
Refrigeración	industrial	Instalaciones: 10	Instalaciones: 7-15
		20	15 - 30
	Transporte	10	6 - 10
Aire Acondicionado	Estacionario	15	10 - 20
Alle Acollulcionado	Móvil	12	9 - 16
Agente Espumante	Celda cerrada	50	50
Extinción de fuego	Extinción de fuego	Anegación: 15 Extintor: 5	Anegación: 15 - 20 Extintor: s/i

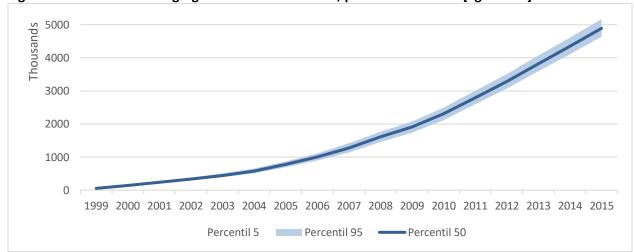
Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas realizadas y a GL2006 (IPCC, 2006b)

4.4.2 Resultados agregados del banco de HFC

A continuación, se presentan los resultados de la aplicación de la metodología, mientras que esta es descrita con detalle a nivel de aplicación en las secciones siguientes.

De forma consolidada 74 se obtiene una estimación del tamaño del banco, el cual en el año 2015 estaría en 4,9 [4,6 – 5,1] miles de toneladas de HFC. Al año 1999 se tenía un banco de 0,054 [0,048 – 0,060] miles de toneladas de HFC. Tal como se ve en la Figura 4-67 el banco ha crecido constantemente año a año, pues en el periodo de estudio la cantidad de sustancia que salen del banco son muy menores a la cantidad de sustancia que ingresa al banco.

Figura 4-67 Banco de HFC agregado con incertidumbre, periodo 1999-2015 [kg de HFC]



Fuente: Elaboración propia en base a información base de fuentes detalladas en informe

⁷⁴ El detalle numérico se puede observar en el anexo digital "Anexo 3 – BD Resultados HFC", en la pestaña "BD Banco" se presenta el detalle por aplicación, mientras que en la pestaña "BD Banco Refrigeración" se incluye el detalle por sub-aplicación de refrigeración.





Cabe destacar que dada la falta de información para los años previos a 1999 se espera que el banco estimado para los primeros años este subestimado. Sin embargo, en la medida que avanza el tiempo el banco estimado se asemeja más al banco real, pues los equipos no cuantificados en los años previos van cumpliendo su vida útil y saliendo del banco. De esta forma un equipo que fue instalado en el país en 1998, tendría que tener una vida útil superior a los 17 años para ser cuantificado en el banco del año 2015.

Respecto a las aplicaciones con mayor relevancia en el banco en la Figura 4-68 se presenta la trayectoria según tipo de banco, mientras que su detalle numérico se presenta en la Tabla 4-69. Se observa que en los primeros años el AA vehicular tenía una gran parte de banco. Esto corresponde con la realidad, sobre todo si se considera que el AA vehicular usa masivamente HFC-134a desde mediado de los 90 (Clodic et al., 2006; Shah, 2009), mientras que otras aplicaciones en Chile comenzaron el uso de sustancias de forma masiva con HFC recién a mediados de la década anterior, siendo aun masivamente utilizados HCFC en algunas aplicaciones.

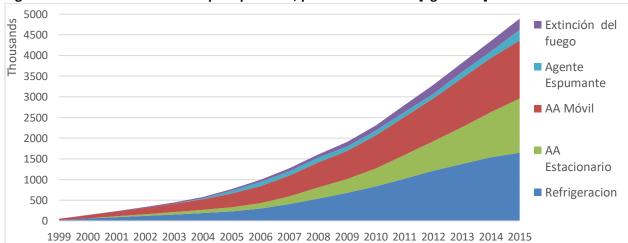


Figura 4-68 Estimación del banco por aplicación, periodo 1999-2015 [kg de HFC]

Se presentan los resultados para la mediana.

Fuente: Elaboración propia en base a información base de fuentes detalladas en informe





Tabla 4-69 Detalle numérico de la Estimación del banco por aplicación [kg de HFC]

Año	Refrigeración	AA Estacionario	AA Móvil	Agente Espumante	Extinción del fuego
1999	18.702	1.285	32.207		1.676
2000	58.285	4.600	76.046		5.655
2001	94.286	18.522	114.059		12.183
2002	123.078	34.645	154.684		24.001
2003	156.652	55.316	202.039	36	30.055
2004	191.624	76.685	258.466	17.143	36.621
2005	233.661	100.588	331.415	67.039	43.196
2006	301.146	134.376	408.608	100.641	54.281
2007	407.389	184.597	505.274	110.640	64.720
2008	536.653	277.132	601.712	111.485	80.553
2009	681.575	333.253	675.577	112.330	104.938
2010	831.686	435.004	800.328	113.175	125.779
2011	1.022.069	568.379	920.935	114.864	170.721
2012	1.214.239	707.784	1.036.555	114.864	210.857
2013	1.378.538	888.819	1.178.327	150.346	225.181
2014	1.538.790	1.093.303	1.300.980	167.242	248.208
2015	1.649.796	1.312.715	1.400.291	251.722	277.805

Resultados para la mediana

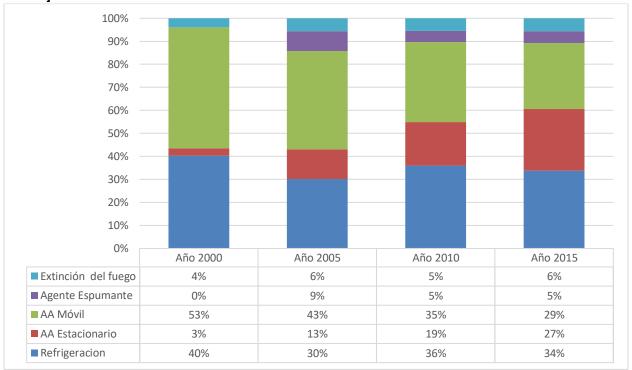
Fuente: Elaboración propia en base a información base de fuentes detalladas en informe

Lo anterior se ve confirmado al realizar un análisis de la composición del banco para años seleccionados (ver Figura 4-69). En ella se cómo hasta mediados de la década pesada la AA vehicular era el gran actor en la composición del banco, impulsada por la creciente venta de vehículos con AA desde origen. El constante crecimiento de la aplicación refrigeración se traduce en que tras el año 2010, se transforma en el principal banco de HFC. Si bien en los primeros años el AA estacionario representa una fracción menor del banco, en la medida en que avanza el tiempo ha incrementado su peso relativo, cuando al año 2015 representa una porcentaje similar a la refrigeración y al AA móvil. Las otras dos aplicaciones representan una fracción menor del consumo en comparación con los bancos asociados a RAA.





Figura 4-69 Distribución del banco de HFC según tipo de banco, para años seleccionados [en base a kg de HFC]



Se presentan los resultados para la mediana.

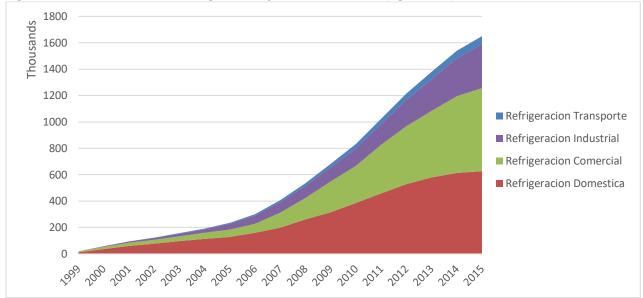
Fuente: Elaboración propia en base a información base de fuentes detalladas en informe

Resulta interesante ver la desagregación del banco de refrigeración por sub-aplicación en la Figura 4-70. De acuerdo a las estimaciones la refrigeración doméstica ha sido el principal banco de HFC, pero en los últimos años la refrigeración comercial (incluye supermercados) ha tenido un crecimiento que permite suponer que en los próximos años será el principal banco de HFC en refrigeración. Este crecimiento comienza con fuerza en la segunda mitad de la década pasada, impulsada por el desplazamiento del R-22 en aplicaciones comerciales por alternativas HFC, en un principio por R-404A y en los últimos años R-507A. Respecto a la refrigeración industrial, el uso de HFC no está tan extendido, habiendo alternativas como el amoníaco que han sido preferidas, aun así, se puede encontrar distintas mezclas (notablemente, R-404A, R-407C y R-507A) que son utilizadas por las industrias. Respecto a la refrigeración en transporte, si bien representa una fracción menor del banco (3,7% al año 2015), desde el punto de vista del cambio climático es un sector relevante dada su alta tasa de fuga (ver sección 5.4).





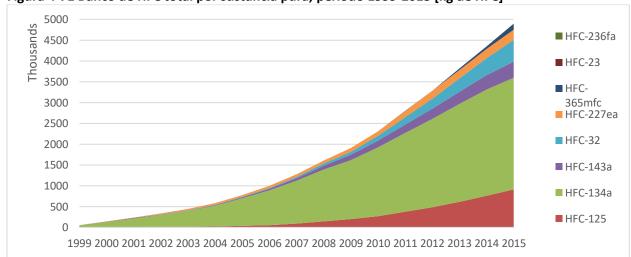




Fuente: Elaboración propia en base a información base de fuentes detalladas en informe

En la Figura 4-71 y en la Figura 4-72 se presenta la trayectoria y la distribución del banco de HFC por sustancia pura. En ella se observa la preponderancia del HFC-134a durante gran parte del periodo, pues las sub-aplicaciones dominantes en los primeros años del banco son la refrigeración doméstica y el AA vehicular (ambas usan ampliamente el HFC-134a como refrigerante). En la medida que pasan los años se expande el uso de sustancias distintas, con otros fines como la refrigeración comercial e industrial, y el crecimiento de los AA no vehiculares, lo cual da origen a las tortas de los últimos años.

Figura 4-71 Banco de HFC total por sustancia pura, periodo 1999-2015 [kg de HFC]



Fuente: Elaboración propia en base a información base de fuentes detalladas en informe





100% 90% 80% 70% 60% 50% 40% 30% 20% 10% 0% Año 2010 Año 2000 Año 2005 Año 2015 Otros 0% 0% 0% 0% ■ HFC-365mfc 0% 0% 0% 3% ■ HFC-227ea 4% 5% 5% 5% ■ HFC-32 0% 1% 5% 11% ■ HFC-143a 4% 4% 7% 8% ■ HFC-134a 88% 85% 72% 55% ■ HFC-125 4% 4% 12% 19%

Figura 4-72 Distribución por sustancia pura del banco de HFC, años seleccionados

Fuente: Elaboración propia en base a información base de fuentes detalladas en informe

4.4.3 Estimación de carga entrante en banco de aplicaciones de refrigeración

Para refrigeración se utiliza la "Ecuación 4-1 Ecuación general para la construcción recursiva de un banco", donde se asume que existe un N_0 =0 correspondiente al año anterior sobre el cual se tiene datos de consumo por sub-aplicación. La carga entrante (N_t) se estima de forma distinta según las distintas sub-aplicaciones de acuerdo a lo descrito en la Tabla 4-70.





Tabla 4-70 Fuente de supuestos para la estimación de N_t por sub-aplicación de refrigeración

Aplicación	Sub-aplicación	Fuente principal de supuestos para N _t
	Doméstica	Estimación del consumo de HFC en partida arancelaria 84.18 Declaración del consumo de HFC de CTI
Refrigeración	Comercial	Equipos: Estimación del consumo de HFC en partida arancelaria 84.18 Declaración de consumo de HFC de MIMET Instalaciones: • Superficie de venta de supermercados de INE • Caracterización de supermercados CENCOSUD
	Industrial	Empresas por rubro según encuesta propia Caracterización según Inventario nacional de cámaras frigoríficas y grandes superficies refrigeradas y/o climatizadas (ATS Energía, 2014)
	Transporte	Equipos identificados de la partida arancelaria 84.18

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas realizadas y a GL2006 (IPCC, 2006b)

4.4.3.1 Refrigeración doméstica

Las importaciones y exportaciones de equipos de refrigeración doméstica son obtenidas desde la partida arancelaria 84.18, considerando los códigos arancelarios 8418.10XX y 8418.21XX. A ellos se suma la producción nacional, para la cual CTI declaro su consumo (se puede revisar en el anexo digital 4).

El consumo de CTI es sólo a partir del año 2008, razón por la cual fue necesario realizar una estimación del consumo para el período 1999-2007. La estimación se realizó en base a la proporción del consumo anual de CTI respecto a la totalidad de las importaciones anuales a granel en los años conocidos. Se calcula la proporción anual para cada uno de los años con datos (2008-2015), con lo cual se estima una proporción que sigue una distribución triangular donde la mínima corresponde a la proporción más pequeña, la moda corresponde a la proporción promedio y la máxima es la mayor proporción observada. Esto resulta en el supuesto de que para los años sin información respecto al consumo de CTI, esté representaría un 15% [10% - 21%] de las importaciones totales de HFC-134a.

En la Tabla 4-71 se presenta el N_t para la aplicación de refrigeración doméstica, se observa que la incertidumbre es menor en el período 2008-2015, puesto que se conoce con certeza el consumo de HFC asociado a la fabricación nacional de refrigeradores domésticos, y luego sólo responde a la incertidumbre respecto a la carga de los equipos de refrigeración importados y exportados.





Tabla 4-71 Nueva carga entrante a banco (N_t) de refrigeración doméstica con incertidumbre [kg de HFC]

Año	Percentil 5	Percentil 50	Percentil 95
1999	9.579	12.638	16.595
2000	18.120	24.145	32.304
2001	16.847	22.918	30.898
2002	12.649	16.457	21.878
2003	14.930	20.570	28.000
2004	10.953	16.350	23.554
2005	11.434	15.861	21.796
2006	21.181	29.687	40.885
2007	27.451	38.874	53.897
2008	64.212	64.883	65.542
2009	52.777	53.272	53.768
2010	69.046	70.115	71.104
2011	72.533	73.294	74.005
2012	68.689	70.024	71.347
2013	50.818	51.888	53.024
2014	43.812	44.708	45.648
2015	37.515	38.271	39.056

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.18 y datos de CTI obtenidos en el contexto de la "Encuesta Sobre Alternativas a las SAO (HFC y otras)" (Unidad Ozono & ONUDI, 2017)

4.4.3.2 Refrigeración comercial

Las importaciones y exportaciones de equipos de refrigeración comercial son obtenidas desde la partida arancelaria 84.18, considerando los códigos arancelarios 8418.2900, 8418.3000, 8418.4000 y 8418.5000. A ellos se suma la producción nacional, para la cual MIMET declaro su consumo (se puede revisar en el anexo digital 4), y las instalaciones de refrigeración en supermercados.

El consumo declarado por MIMET es sólo a partir del año 2011, razón por la cual fue necesario realizar una estimación del consumo para el período 1999-2009. La estimación se realizó de la misma forma que para la refrigeración doméstica, resultando que la consumo de MIMET es de 4,9% [3,4% - 6,3%] de las importaciones anuales de HFC-134a y de 2,0% [0.9% - 3.2%] de las importaciones anuales de R-404A.

La refrigeración en supermercados es compleja dado el alto número de locales y sus diferentes características. Por esta razón se realiza una estimación basada en los datos de una cadena, Santa Isabel S.A., de supermercados extendiendo sus datos unitarios a todas las demás cadena. Cabe destacar que al año 2015 existen en torno a 200 supermercados de la cadena analizada, siendo una de las principales cadenas de supermercados en el país. Para la refrigeración de supermercados se realizó una estimación basada en la cantidad de m² de superficie de ventas que, de acuerdo a los datos obtenidos de la cadena de supermercados Santa Isabel de





CENCOSUD 75 , la carga instalada de refrigerante por m2 de ventas es de 0,29 [0,27 – 0,31] kg de refrigerante/m2.

Por su parte, el INE reporta el total de metros cuadrados totales de establecimientos de supermercados por región para el período 2009-2016 (INE, 2017), mientras que por medio de las memorias publicadas para cada una de las cadenas de supermercados fue posible reconstruir la serie hasta el año 2003, la cual se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 4-72 Superficie de venta supermercados por año [m2]

Año	Superficie Venta Supermercados
2003	1.280.142
2004	1.340.396
2005	1.407.564
2006	1.497.494
2007	1.594.764
2008	1.680.876
2009	1.876.290
2010	1.964.049
2011	2.128.451
2012	2.243.520
2013	2.367.197
2014	2.475.242
2015	2.535.687

Fuente: Elaboración propia en base a (INE, 2017) y memorias anuales de cadenas de supermercado

No se realizan mayores esfuerzos por reconstruir la cadena antes de dicho año, pues se utiliza como supuesto que el refrigerante instalado en los supermercados sigue la misma distribución que los datos entregados por la cadena de supermercados Santa Isabel de CENCOSUD. A partir de la información de Santa Isabel se estimaron la proporción de uso por refrigerante para 5 períodos distintos, de acuerdo a lo observado en la Tabla 4-73

Tabla 4-73 Distribución por refrigerante de los nuevos [en base a m2]

Período	No HFC	R-404A	R-507A
<2004	100%		
2004-2006	81%	9%	
2007-2009	22%	68%	10%
2010- 2013	8%	11%	81%
>2013		4%	96%

Fuente: Elaboración propia en base a datos provistos por CENCOSUD

Informe Final 213

_

⁷⁵ Entrevista presencial realizada el 23 de marzo del 2017. Se incluye minuta en el anexo digital "Anexo 4- Minutas reuniones presenciales". Los datos provistos establecen para todos los supermercados de la cadena el refrigerante, la cantidad de refrigerante, la fecha de inauguración o recambio del sistema de refrigeración y el tamaño en m2 de la superficie refrigerada.





De la misma forma en base a los mismos datos se pudo estimar una tasa de renovación anual igual a 3,2% respecto a cuantos m2 cambian su sistema de refrigeración a uno nuevo, siguiendo la misma distribución de la Tabla 4-73. Es decir, se supone que de la superficie de ventas de supermercados que utilizan R-22 un 3,2% anual renueva su sistema de refrigeración a alguno de los sistemas que se estén utilizando.

Por ejemplo, si el año 2008 hay 1,51 millones de m2 que utilizan R22, se estima que 48.320 m2 se renuevan a un nuevo sistema. De estos un 68% (32.858 m2) utilizaran un sistema basado en R-404A y un 10% (4.832 m2) un sistema basado R-507A.

Tabla 4-74 Nueva carga entrante a banco (N_t) de refrigeración comercial con incertidumbre [kg de HFC]

Año	Percentil 5	Percentil 50	Percentil 95
1999	4.481	5.795	6.924
2000	7.319	9.583	11.533
2001	7.660	9.964	12.167
2002	3.141	4.825	6.378
2003	4.340	6.584	8.656
2004	6.688	8.930	10.992
2005	6.410	8.480	10.440
2006	10.510	14.596	18.421
2007	40.010	46.865	53.366
2008	38.637	46.130	53.322
2009	62.082	70.587	78.669
2010	47.051	49.848	52.643
2011	86.231	91.260	96.288
2012	75.948	81.320	87.333
2013	68.328	73.665	79.873
2014	78.444	82.534	87.430
2015	47.795	52.798	59.662

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.18, datos de MIMET obtenidos en el contexto de la "Encuesta Sobre Alternativas a las SAO (HFC y otras)" (Unidad Ozono & ONUDI, 2017), Metros cuadrados totales de establecimientos de supermercados por región para el período 2009-2016 (INE, 2017) y supuestos basados en información provista por CENCOSUD

4.4.3.3 Refrigeración industrial

La estimación de la carga entrante en la sub-aplicación refrigeración industrial se basa en la información respecto a los usuarios industriales presentada en el informe. Lo anterior se cruza con la información recopilada en la "Elaboración del Inventario nacional de cámaras frigoríficas y grandes superficies refrigeradas y/o climatizadas con SAO y HFC" (ATS Energía, 2014). Con





ellos se pudo estimar la carga de refrigerante por tipo de empresa en su equivalente en R-22⁷⁶, presentado en la siguiente tabla:

Tabla 4-75 Carga instalada equivalente por tipo de industria [kg de R-22]

	•	<u> </u>	
Tipo Industria	Percentil 5	Percentil 50	Percentil 95
Frutícola	1.495	2.200	2.905
Logística	1.495	2.200	2.905
Pecuario	591	870	1149
Pesquero	442	650	858
Plástico	170	250	330

Fuente: Elaboración propia en base a (ATS Energía, 2014)

En base a la caracterización realizada del mercado es posible estimar la distribución de cada uno de los refrigerantes para el año 2015 (ver la sección 3.2.1.3), a partir de lo cual se realiza una proyección para los años previos basado en el PIB sectorial 77 de cada industria y considerando una tasa de recambio igual a la de los supermercados de 3,2%. Como supuesto se supone que los refrigerantes fueron instalados en orden, siendo el R-507A en entrar, mientras que el R-404A, R-407C y HFC-134a se consideran que ingresan en forma simultánea.

En base a los supuestos anteriores se obtiene la estimación para la carga entrante en el banco de de refrigeración industrial, la cual se presenta en la

Tabla 4-76.

⁷⁶ Se considera que 1 kg de R-22 tiene el mismo potencial frigorífico que 1.1 kg de HFC-134a y que 1.4 kg de las mezclas con HFC. Estos factores están basados en los índices de ajuste de diseño provistos por FríoIngeniería, en la reunión del 5 de Enero cuya minuta se adjunta en el anexo digital 4.

⁷⁷ PIB por actividad económica (Banco Central, 2017)





Tabla 4-76 Nueva carga entrante a banco (N_t) de refrigeración industrial con incertidumbre [kg de HFC]

Año	Percentil 5	Percentil 50	Percentil 95
2001	3.948	5.811	7.674
2002	2.006	2.953	3.900
2003	4.262	6.273	8.284
2004	3.090	4.528	5.904
2005	6.019	7.938	9.587
2006	12.402	16.028	19.248
2007	15.168	19.127	23.307
2008	12.974	16.757	19.986
2009	10.319	13.590	16.158
2010	10.497	13.901	16.591
2011	16.144	22.054	28.280
2012	20.090	25.860	32.176
2013	30.855	41.450	51.513
2014	34.995	43.151	52.808
2015	37.877	46.455	56.509

Fuente: Elaboración propia en base a (ATS Energía, 2014) y a información presentada en capítulo 3

4.4.3.4 Refrigeración transporte

La estimación de la carga anual del banco de transporte refrigerado se realiza en base a los equipos importados al país con este fin en la sub-partida arancelaria 8418.6920, estos equipos no fueron cuantificados en la al estimar la cantidad de sustancia entrante, pues ingresan sin carga de refrigerante⁷⁸. Se identificaron una serie de modelos para los cuales se realizaron una caracterización según su peso y carga de refrigerante. Se observó que existe una diferencia relevante entre los equipos que utilizan HFC-134a como refrigerante y aquellos que usan R-404A, donde los primeros son más pequeños y cuya carga es menor. Los valores promedios observados son:

Tabla 4-77 Parámetros para la estimación de los equipos

Refrigerante	HFC-134a	R-404A
Peso Promedio [kg/equipo]	50	200
Carga Promedio [kg de HFC/equipo]	1,41	2,7

Fuente: Elaboración propia en base a modelos de partida arancelaria 84.18

Se destaca que de acuerdo a la entrevista con Thermoking, la mayoría de los equipos utilizaría HFC-134a, mientras que el resto usa R-404A. El R-22 no se utilizaría desde al menos antes del año 2000. Se realiza el supuesto, por lo tanto, de que todos los equipos cuyo modelo asociado

⁷⁸ Supuesto validado por Thermoking en entrevista presencial realizada el 17 de marzo 2017





no cuenta el detalle respecto a la cantidad de refrigerante corresponden a modelos que utilizan HFC-134a. De esta forma las nuevas sustancias que se incorporan al banco por año son:

Tabla 4-78 Nueva carga entrante a banco (N_t) de refrigeración en transporte [kg de HFC]

Años	HFC-134a	R-404A
1999	206	62
2000	152	
2001	121	44
2002	1.198	32
2003	1.820	33
2004	1.580	52
2005	1.224	459
2006	2.333	1.892
2007	2.599	827
2008	4.082	1.558
2009	5.673	1.428
2010	6.249	1.752
2011	3.401	1.865
2012	7.199	2.674
2013	4.565	2.749
2014	2.130	3.028
2015	2.687	2.423

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.18

4.4.4 Estimación de carga entrante en banco de aplicaciones de aire acondicionado

Para aire acondicionado se utiliza la misma metodología que en la aplicación refrigeración, la cual se basa en la "Ecuación 4-1 Ecuación general para la construcción recursiva de un banco", donde se asume que existe un N_0 =0 correspondiente al año anterior sobre el cual se tiene datos de consumo por sub-aplicación. Los N_t se estiman de forma distinta según las distintas sub-aplicaciones de acuerdo a lo descrito en la Tabla 4-79.





Tabla 4-79 Fuente de supuestos para la estimación de Nt por sub-aplicación de RAA

Aplicación	Sub-aplicación	Fuente principal de supuestos para N _t	
Aire Acondicionado	Estacionario	Estimación del consumo de HFC en partida arancelaria 84.15 Instalaciones en Hospitales: • Número de hospitales y clínicas de INE • Caracterización según Inventario nacional de cámaras frigoríficas y grandes superficies refrigeradas y/o climatizadas (ATS Energía, 2014) Instalaciones en Centro Comerciales: • M2 construidos desde Cámara Chilena de Centros Comerciales • Intensidad de uso de supuestos utilizados en Proyecto HPMP-MMA (Ríos, Flores, & Cerda, 2013)	
	Móvil	Venta de vehículos con AA, datos provistos por ANAC Consumo de refrigerante por Metro de Santiago	

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas realizadas y a GL2006 (IPCC, 2006b)

4.4.4.1 Aire acondicionado fijo

El banco de la aplicación AA fijo considera tanto los equipos de aire acondicionados ingresados en la partida arancelaria 84.15, como sistemas de climatización en hospitales y centros comerciales.

La estimación de hospitales se basa en un carga promedio instalada por establecimiento estimada a partir del estudio "Elaboración del Inventario nacional de cámaras frigoríficas y grandes superficies refrigeradas y/o climatizadas con SAO y HFC" (ATS Energía, 2014). A partir se estima que la carga equivalente por instalación es de 350 [265.8 – 434] kg de R-22 equivalente. Asimismo, del mismo estudio es posible tener una distribución de los refrigerantes utilizados en el año 2014, que estima que el 72% de la carga instalada corresponde a HFC-134a, un 14% a R-410A, un 7% a R-407C, y el restante 7% a R-22.

La proyección de esta distribución se realizó bajo el supuesto de que el año 2000 todas las instalaciones eran climatizadas con R22, la cual disminuye linealmente hasta llegar a la carga estimada para el año 2014, mientras la carga de R-407C y R-410A aumenta linealmente desde los años 2001 y 2006 respectivamente, considerando la disponibilidad de la sustancia en las importaciones a granel. La diferencia restante es satisfecha por el HFC-134a, con atención de que el resultado de esta estimación sea creciente.

El número de hospitales por año se toma desde los compendios estadísticos (INE Chile, 2015), contabilizando el "Total hospitales SNSS", "Otros hospitales públicos" y "Total establecimientos subsector privado", los compendios del INE cubren el período 2004-2013 sin observarse una tendencia clara, para el período previo al 2004 se asume un número igual de instalaciones a la del 2004, mientras que para los años 2014 y 2015, se asume un número igual de instalaciones al 2013.





Por su parte, para los centros comerciales se recurre a la cámara chilena de centros comerciales la cual presenta el detalle para cada centro comercial (Cámara Chilena de Centros Comerciales, 2017), respecto al año de construcción y la superficie total construida. Dicha información fue complementada con información de otros centros comerciales identificados, pero que no eran descritos en la asociación. A partir de dicha información se realizaron los mismos supuestos realizados en el Proyecto HPMP-MMA (Ríos et al., 2013), es decir, se supuso una altura promedio de construcción de 3 metros, que el 25% del volumen construido, esta efectivamente climatizado y que el requerimiento de climatización es de 100 gr de gas refrigerante por m3 climatizado. Si bien en (Ríos et al., 2013) utilizan 100 gr de forma determinística para la modelación realizada en el presente estudio se considera un rango de incertidumbre uniforme entre ±20% este valor.

Tabla 4-80 Nueva carga entrante a banco (N_t) de AA Fijo, con incertidumbre [kg de HFC]

Año	Percentil 5	Percentil 50	Percentil 95
1999	855	1.285	1.715
2000	2.140	3.217	4.294
2001	10.600	13.967	16.922
2002	12.839	15.988	19.403
2003	15.757	20.597	25.569
2004	16.820	21.300	25.795
2005	18.726	23.745	28.454
2006	24.797	33.678	43.213
2007	39.472	50.682	63.063
2008	72.290	91.007	109.301
2009	46.399	55.352	65.551
2010	83.897	100.308	118.922
2011	110.939	131.562	152.275
2012	122.312	143.746	164.554
2013	156.348	180.558	206.469
2014	182.136	206.882	230.997
2015	198.723	222.797	245.424

Fuente: Elaboración propia en base a partida arancelaria 84.15, a (INE Chile, 2015)

4.4.4.2 Aire acondicionado móvil

El banco de AA móvil considera tanto el AA vehicular como el AA instalado en el metro de Santiago. El primero se estima a partir de las ventas de vehículos con AA y los equipos importados para instalación local. Por su parte, para la estimación del banco de AA en metro se realiza considerando que el consumo declarado por metro, es tanto para la carga como para la mantención. Para lo anterior se presume un factor de emisión cuya distribución igual a la de los sistemas móviles, y es uniforme entre 8% y 20% (TEAP; UNEP, 2014).

Dado lo anterior se estima que lo entrante al banco de AA móvil es igual





Tabla 4-81 Nueva carga entrante en el banco de AA móvil, con incertidumbre [kg de HFC]

Año	Percentil 5	Percentil 50	Percentil 95
1999	31.174	32.207	33.239
2000	42.398	43.802	45.207
2001	36.612	37.825	39.038
2002	39.430	40.736	42.042
2003	45.945	47.467	48.988
2004	54.736	56.549	58.362
2005	70.450	72.784	75.117
2006	74.597	77.068	79.539
2007	94.074	97.190	100.306
2008	92.913	95.990	99.068
2009	71.388	73.753	76.118
2010	120.555	124.548	128.541
2011	148.658	153.582	158.505
2012	153.852	158.952	164.053
2013	173.956	179.737	185.525
2014	157.446	162.716	168.000
2015	142.069	146.869	151.692

Fuente: Elaboración propia en base a datos provistos por ANAC, a datos de arancel aduanero 8415.2000 e información provista por Metro de Santiago para la "Encuesta Sobre Alternativas a las SAO (HFC y otras)" (Unidad Ozono & ONUDI, 2017)

4.4.4.3 Estimación del banco en aplicación agente espumante

La estimación del banco se realiza recursivamente a partir de la siguiente ecuación:

Ecuación 4-2 Estimación del banco para aplicación agente espumante en base a consumo y factor de emisión

$$B_t = (B_{t-1} * (1 - FE) + N_t * (1 - FE_{inicial})) - N_{t-vu}$$

Fuente: en base a ecuación 7.7 de las GL-2006 (IPCC, 2006b)

Donde,

 B_t : Es el banco en el periodo t, estimada a partir de la capacidad instalada

 N_t : Capacidad entrante en el periodo t

FE: Factor de emisión asociado al tipo de producto durante su vida útil

 $FE_{inicial}$: Factor de emisión asociado al tipo de producto para el año de instalación.

vu : Vida útil del producto

En la Ecuación 4-2 se asume el FE para la vida útil y para el primer año de instalación de cada uno de los paneles (ver sección 5.4.6). A partir de la cual se realiza un balance de masa de forma recursiva de acuerdo al consumo estimado anual. De la ecuación se desprende esta forma todo el consumo va dirigido nuevos paneles aumentando el tamaño del banco, el cual al usar un factor de emisión determinístico no presenta incertidumbre.





Tabla 4-82 Nueva carga entrante al banco (N_t) de Agente Espumante [kg de HFC]

Año	Percentil 50
2003	36
2004	17.107
2005	49.896
2006	33.602
2007	9.999
2008	845
2009	845
2010	845
2011	1.690
2013	35.482
2014	16.896
2015	84.480

Fuente: En base a datos de Aduanas

4.4.5 Estimación del banco en aplicación extinción del fuego

Por su parte, para el caso de la protección al fuego la estimación de lo entrante viene del balance de masa, el cual se puede resumir en la siguiente ecuación:

Ecuación 4-3 Ecuación de equilibrio entre consumo emisiones y banco en aplicación extinción del fuego

 $Cons_t = TF * (B_{t-1} + N_t - N_{t-vu})$

Fuente: en base a ecuación 7.17 de las GL-2006 (IPCC, 2006b)

Donde,

 $Cons_t$: Es la importación en el periodo t

TF: es la tasa de fuga promedio, que en este caso y siguiendo las recomendaciones del TEAP e IPCC se considera entre 1 y 3%⁷⁹ para sistemas de anegación y 2 a 6% para extintores

 N_t : Capacidad entrante en el periodo t

vu : Vida útil del producto (15 años para sistemas de anegación, 5 años para extintores)

La diferencia con el caso de los agentes espumantes, es que se asume que se rellenan los equipos en la medida que son utilizados, implicando que parte del consumo está dirigido a la recarga y el restante va dirigido a aumentar el banco.

⁷⁹ En la modelación se considera una variable incierta que siga una distribución normal con mínimo 1%, máximo 3% y una moda de 2%.





Tabla 4-83 Nueva carga entrante a banco (N_t) de Extinción del fuego, con incertidumbre [kg de HFC]

Año	Percentil 5	Percentil 50	Percentil 95
1999	1.666	1.676	1.686
2000	3.949	3.980	4.015
2001	6.462	6.528	6.603
2002	11.688	11.818	11.966
2003	5.894	6.054	6.235
2004	6.618	6.813	7.034
2005	6.924	7.155	7.412
2006	11.729	12.025	12.345
2007	11.873	12.230	12.611
2008	16.235	16.670	17.141
2009	24.615	25.181	25.799
2010	21.196	21.871	22.609
2011	45.542	46.465	47.461
2012	40.223	41.354	42.574
2013	15.050	16.234	17.540
2014	25.992	27.294	28.737
2015	34.405	35.862	37.475

Fuente: En base a datos de Aduanas





5. Diseño del inventario de emisiones

El presente capítulo presenta las consideraciones y metodología general que se utilizará para la construcción del inventario de emisiones de HFC. Este capítulo se complementa con lo expuesto en el manual de procedimiento adjunto al informe⁸⁰.

En primera instancia (Sección 5.1), se presenta para cada sub-aplicación el tipo de emisión que se considera (i.e. "banco" o "rápida"). Luego, la Sección 5.2 presenta los factores de emisión y metodología utilizada por diferentes fuentes internacionales para cada una de las aplicaciones. Por último, en la Sección 5.2 se presenta la definición del enfoque y nivel⁸¹ que se utilizara para la construcción del inventario de HFC considerando tanto el nivel de detalle de la información levantada para la estimación del consumo de HFC en Chile (Capítulo 3) y la caracterización del consumo de HFC (Capítulo 3), como la experiencia metodológica internacional y disponibilidad de factores de emisión de HFC.

5.1 Clasificación de emisiones según tipo

Las emisiones de HFC pueden clasificarse según tipo; "rápidas" o "banco".

Se considerará una sub-aplicación como "rápida" si es que se puede asumir con un nivel de confianza alto, que en promedio la totalidad de la carga de un producto o bien de dicha sub-aplicación es emitida a la atmosfera en un máximo de dos años.

Lo anterior implica que existen otras sub-aplicaciones donde no es posible asumir lo anterior y que en consecuencia son consideradas de "banco", donde sus emisiones reales pueden ocurrir en el traspaso de múltiples años, debido a que los HFC están contenidos en los productos o equipos. Estas emisiones ocurrirían tanto durante la carga de los bancos, la operación de ellos (por medio de fugas o liberación del refrigerante) y al fin de la vida útil de ellos.

De esta forma, la siguiente tabla presenta, para cada sub-aplicación, si sus emisiones son consideradas como emisiones "rápidas" o "banco".

⁸⁰ Se adjunta tanto en forma física como en el anexo digital: "Anexo 6 – Manual de Procedimiento"

⁸¹ De acuerdo a la nomenclatura utilizada en las GL-2006 del IPCC





Tabla 5-1 Clasificación de las sub-aplicaciones según tipo de emisión

Aplicación	Sub-aplicación	Detalle considerado	Tipo de Emisión	Código IPCC
	Doméstica	Equipos importados, exportados y fabricados nacionalmente		
Refrigeración	Comercial	Equipos importados, exportados y fabricados nacionalmente Refrigeración en supermercado	Banco	
	Industrial	Refrigeración en industria frutícola, logística, pecuaria, pesquera y plástico		2.F.1.a.
	Transporte	Equipos importados (sin carga) para refrigeración en transporte		
	Estacionario	Equipos importados y exportados Sistemas instalados en hospitales y centros comerciales		
Aire Acondicionado	Móvil	AA en vehículos livianos y medianos, importados en vehículo o para instalación local Metro de Santiago	Banco 2.F.1	2.F.1.b
	Celda abierta	No se observa.	Rápida	
Agente Espumante	Celda cerrada	Importaciones y exportaciones a granel con uso asociado a aplicación agente espumante	Banco	2.F.2.
Aerosoles	Médico	Importaciones y exportaciones de broncodilatadores	Rápida	2.F.4.
Aerosoles	No médico	Importaciones y exportaciones a granel con uso asociado a aplicación aerosoles	Kapiua	2.5.4.
Solventes	Limpieza	Importaciones y exportaciones a granel con uso asociado a aplicación solvente. Importaciones y exportaciones de solventes.	Rápida	2.F.5.
Extinción de fuego	Extinción de fuego	Importaciones y exportaciones a granel con uso asociado a aplicación extinción del fuego. Importaciones y exportaciones de productos para la extinción del fuego	Banco	2.F.3.
	Uso Medico	Importaciones y exportaciones a granel con uso dermatológico		
Otras Aplicaciones	Uso Industrial	Importaciones y exportaciones a granel con uso como desodorizante industrial o para soldaduras	Rápida	2.F.6.

No todas estas sub-aplicaciones existen actualmente en Chile, sin embargo, son consideradas por cuestión de completitud y concordancia con futuros inventarios en que sí podrían existir.

Fuente: Elaboración propia en base a lo establecido por (IPCC, 2006b; TEAP; UNEP, 2014)





5.2 Definición del enfoque y nivel del inventario de emisiones

En base a los antecedentes recabados en el informe de avance anterior, y en vista de lo expuesto en el presente, se opta por presentar un enfoque diferenciado por aplicación para la elaboración del inventario de emisiones. Para las aplicaciones asociadas a la aplicación RAA se utilizará un enfoque basado en el equilibrio de masa, mientras que para las demás aplicaciones se optará por un enfoque basado en factores de emisión.

Lo anterior se basa en la relevancia que tiene el sector RAA en el consumo total (sobre el 90% de acuerdo a lo expuesto en la sección 4.3) lo cual justifica el esfuerzo adicional por estimar de la forma más precisa y apegada a la realidad las emisiones asociadas a esta aplicación.

Las otras aplicaciones tienen dos condiciones que justificarían no realizar un enfoque de balance de masa:

- Son poco significativos a nivel de emisiones
- La caracterización existente es pobre, debido a la falta de información nacional y lo atomizado de los actores del mercado

El nivel propuesto para la elaboración del inventario corresponde al de sub-aplicación, para ello será de especial apoyo la experiencia previa en otros países, así como la estimación *expost* de factores de emisión y contraste de esto con los factores de emisión recopilado de fuentes como el TEAP, IPCC y otros inventarios.





Tabla 5-2 Resumen del Enfoque-Nivel a seguir por sub-aplicación

Aplicación	Sub-aplicación	Enfoque-Nivel
	Doméstica	
Pofrigoración	Comercial	
Refrigeración	Industrial	2B
	Transporte	
Aire Acondicionado	Estacionario	
Alle Acollulcionado	Móvil	
Aganta Espumanta	Celda abierta	
Agente Espumante	Celda cerrada	
Aerosoles	Médico	
Aerosoles	No médico	
Solventes	Limpieza	2A
Extinción de fuego	Extinción de fuego	ZA
	Uso Medico	
Otura Audiaraiana	Uso Industrial	
Otras Aplicaciones	Uso como Propelente	
	Subproducto de producción de HCFC	

No todas estas sub-aplicaciones existen actualmente en Chile, sin embargo, son consideradas por cuestión de completitud y concordancia con futuros inventarios en que sí podrían existir.

Fuente: Elaboración propia en base a lo establecido por (IPCC, 2006b; TEAP; UNEP, 2014)

La estimación de las emisiones anuales por sustancia, siguiendo un enfoque de factor de emisión son estimadas como:

Ecuación 5-1 Emisiones anuales para enfoque de factor de emisión en aplicaciones rápidas

Emisiones Anuales_{sustancia} = Consumo Neto_{aplicacion,sustancia} * $FE_{aplicacion}$ Fuente: en base a ecuación 7-2A de GL-2006 (IPCC, 2006b)

Ecuación 5-2 Estimación de emisiones anuales a partir de enfoque por factor de emisión, emisiones

$$Emisiones_t = N_t * FE_0 + (B_{t-1} + N_t) * FE$$

Fuente: en base a ecuación 7.7 de las GL-2006 (IPCC, 2006b)

Donde,

 N_t : Consumo neto para cada aplicación y sustancia (puro o mezcla) en el periodo t.

 B_{t-1} : Banco de cada aplicación y sustancia (pura o mezcla) para período t-1

FE: Factor de emisión para la aplicación, detallados en la sección 5.4.6

En el caso de las aplicaciones rápidas el N_t es igual al consumo, el cual se puede observar en elanexo digital "Anexo 3 — BD Resultados HFC" en la pestaña "BD ConsumoConsolidadoCorregido". Por su parte, en el caso de las aplicaciones que forman banco corresponde a la carga para la aplicación la cual se puede observar en el mismo anexo, pero en la pestaña "BD Carga Nueva". Para la estimación del banco de cada año es necesario





contabilizar no sólo la suma de la carga entrante, sino que descontar la carga saliente. De esta forma se puede calcular el banco para una aplicación y sustancia según la siguiente ecuación:

Ecuación 5-3 Estimación del banco según cargas entrantes y salientes

$$B_T = \sum_{t=0}^{T} Carga \ Entrate_t - \sum_{t=0}^{T} Carga \ Saliente_t$$

Donde la carga entrante y saliente se puede obtener del "Anexo 3 – BD Resultados HFC" en la pestañas "BD Carga Nueva" y "BD Carga Saliente" respectivamente. La primera es calculada según lo descrito en el capítulo 3, mientras que la segunda se estima considerando la misma estimación y la vida útil de los equipos descrita en la sección 4.4.1.

5.3 Aplicaciones con enfoque por balance de masa

Para la estimación de las emisiones anuales por sustancia, siguiendo un enfoque de balance de masa es necesario conocer la composición del consumo. La Figura 5-1 presenta una esquematización del enfoque de balance de masa, donde anualmente y para cada sustancia se deben cumplir las siguientes ecuaciones:

Ecuación 5-4 Balance del consumo neto por sustancia en fracción banco y rápida $Consumo\ Neto_{sustancia} = Consumo\ Banco_{sustancia} + Consumo\ Rapida_{sustancia}$ Fuente: en base a (IPCC, 2006b)

Donde el consumo neto se puede descomponer en el consumo en aplicaciones de banco y aplicaciones rápidas. En el caso de las aplicaciones rápidas, las emisiones son estimadas a través de un factor de emisión de forma que la totalidad del consumo en un año es liberada como emisión en un máximo de dos años. La fracción que corresponde a "Banco" se desagrega, a su vez, en una fracción que va a la carga de equipos nuevos (nuevo banco) y otra fracción que va a la mantención del banco actual, lo anterior se expresa de la siguiente forma:

Ecuación 5-5 Balance el consumo en banco entre la carga de nuevos equipos y la mantención del banco

$$Consumo\ Banco_{sustancia}$$

$$= \sum_{tipo\ Banco}^{} Carga_{sustancia,tipoBanco} + Mantenci\'on_{sustancia,tipobanco}$$
Fuente: en base a (IPCC, 2006b)

Donde,

Carga: fracción del consumo destinado al banco utilizado para cargar nuevos equipos, por tipo de banco

Mantención: fracción del consumo destinado al banco utilizado para recargar equipos existentes, por tipo de banco





Si se supone que la mantención del banco ocurre por la fuga de sustancia en el mismo periodo, la fracción suma de las emisiones por mantención correspondería a las emisiones anuales de operación. A dichas emisiones se sumarían las emisiones producto del fin de la vida útil de los equipos en caso de no existir destrucción o recuperación de dichas sustancias, de esta forma:

Ecuación 5-6 Estimación de emisiones según enfoque de balance de masa

Emisiones anuales_{sustancia} =
$$\sum_{tipo\ Banco} \frac{Mantención_{sustancia,tipobanco} +}{Banco\ saliente_{sustancia,tipobanco} * (1 - \mu_{rec})}$$
 Fuente: en base a (IPCC, 2006b)

Donde,

Banco saliente: Corresponde a la fracción del banco existente que termina su vida útil y se retira del banco.

 μ_{rec} : Corresponde a la eficiencia de recuperación de sustancias del banco saliente. Dado que durante el periodo de estudio no hay capacidad instalada para la recuperación y reciclaje de sustancias, se asume que es igual a 0.

Al comparar las emisiones de operación con el banco existente es posible realizar una estimación de factores de emisión, los cuales serán contrastados con fuentes internacionales.

Lo anterior es representado en las siguientes figuras. En la Figura 5-1 se presenta el balance de masa a partir del consumo nacional de sustancias con HFC. Se marcan la fracción rápida y la fracción de mantención o recarga del banco, pues son las fracciones que se consideran como emisiones⁸². Por su parte, en la Figura 5-2 se presenta como se construye el banco, esto es explicado en la sección 4.3, pero la construcción considera que el banco corresponde a la suma de la capacidad de refrigerante contenida en los equipos que aún no cumplen con su vida útil.

De esta forma cada año se suma la capacidad de los equipos nuevos ("Carga de nuevos equipos/productos" en la Figura 5-1) y se resta la capacidad de los equipos salientes por el cumplimiento de la vida útil. Se destaca de otro color este "banco saliente", pues corresponde en el periodo estudiado no hay recuperación de refrigerantes en Chile y, por lo tanto, corresponde a las emisiones del fin de vida útil del producto.

⁸² La fracción rápida será emitida en un máximo de dos años, mientras que la fracción de mantención o recarga se considera es emitida el mismo año en que se produce. En todo el periodo estudiado, es decir hasta el año 2015, en Chile no existe la capacidad para el reciclaje de los refrigerantes y luego se supone que no hay recuperación de sustancias con HFC.





Figura 5-1 Esquema conceptual del enfoque balance de masa

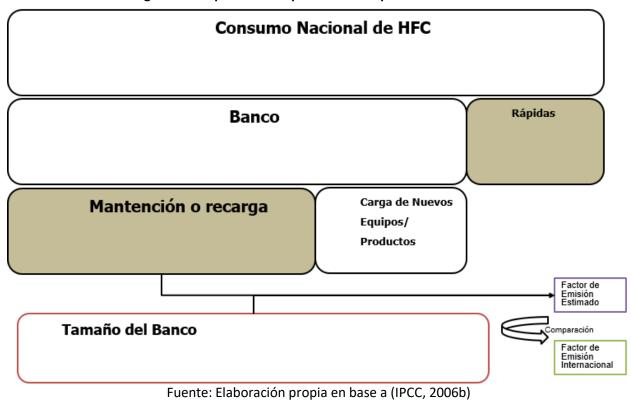
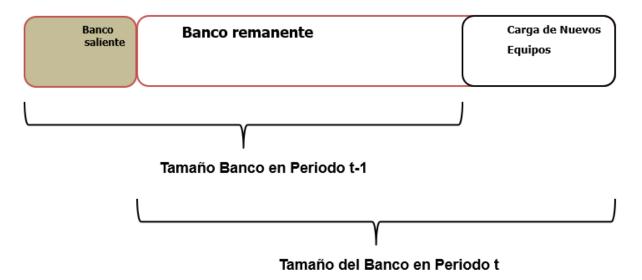


Figura 5-2 Esquema conceptual de la construcción del banco



Fuente: Elaboración propia en base a (IPCC, 2006b)

De esta forma, los datos requeridos para la ejecución del inventario son las distintas partes de las ecuaciones, es decir, la desagregación del consumo nacional según aplicación. Para aquellas





aplicaciones que sigan un método basado en los factores de emisión se utilizan los factores de emisión seleccionados (ver sección 5.4.6). Para el método basado en un balance de masa es necesario distinguir la fracción que es utilizada para la carga de equipos nuevos y la fracción que es utilizada para la recarga de equipos existentes.

Con el esquema de balance de masa se obtiene la fracción correspondiente a la mantención del banco agregado de refrigeración y aire acondicionado. La única tasa de mantención del cual se tienen certeza a nivel nacional corresponde a la sub-aplicación refrigeración doméstica con una tasa de 0.3% [0.1% - 0.5%]. El resto de la fracción destinada a la mantención se distribuye por sub-aplicación siguiendo la proporción de la mantención esperada. Lo anterior se explicita en las siguientes ecuaciones:

Ecuación 5-7 Estimación de la mantención por sub-aplicación en base a distribución de la mantención esperada

$$Mant.SubAplicaci\'on_{i} = \frac{Mant.Esperada_{i}}{\sum_{j \neq Ref.Dom} Mant.Esperada_{j}} * (Mant._{RAA} - Mant._{Ref.Dom.})$$

Ecuación 5-8Estimación de la emisión esperada

 $Mantencion\ Esperada_i = Tasa\ Mantencion_i * Banco\ Subaplicación_i$

Donde,

 $Mant. SubAplicaci\'on_i$: Mantenci\'on de la sub-aplicaci\'on RAA "i", estimada según la ecuación $Mant. Esperada_i$: Mantenci\'on estimada según la ecuaci\'on

 $Mant._{RAA}$: Mantención de la aplicación conjunta refrigeración y aire acondicionado, estimada como la diferencia entre el consumo de la aplicación y la fracción que se destina a equipos o instalaciones nuevas

 $Mant._{Ref.Dom.}$: Mantención de la sub-aplicación refrigeración doméstica estimada como el banco de refrigeración domestica multiplicado por una tasa de mantención de 0,3% [0,1% – 0,5%].

 $Banco\ Subaplicaci\'on_i$: Banco de la sub-aplicaci $\'on\ RAA\ "i"$, estimada según lo descrito en la secci $\'on\ 4.4$

Tasa Mantencion_i: Tasa de mantención esperada de la sub-aplicación RAA "i". Ver Tabla 5-3.





Tabla 5-3 Tasas de mantención esperada por sub-aplicación

Aplicación	Sub-aplicación	Tasa Mantención esperada
Dofuigovoción	Comercial	Equipos: 15% Sistemas de supermercados: 35%
Refrigeración	Industrial	25%
	Transporte	50%
	Fijo	10%
Aire Acondicionado	Móvil	Vehicular: 20% Metro: 15%

Fuente: en base a cuadro GL-2006 (IPCC, 2006b)

La Tabla 5-3 es construida a partir del valor más alto del rango de las tasas de mantención recomendadas en las GL-2006 (IPCC, 2006b). Lo anterior se justifica en que Chile es un país aún en proceso de desarrollo y la temática ambiental no se ha difundido masivamente, lo cual implica que no se han realizados grandes esfuerzos por disminuir las tasas de fugas de refrigerante.

5.4 Factores de emisión

Algunas instituciones, como el IPCC o el TEAP, han realizados esfuerzos por sistematizar la cuantificación de las emisiones de HFC. Asimismo, algunos países, han realizado un esfuerzo por elaborar un inventario de emisiones de HFC, entre los que destaca el Inventario de California.

En base a estas experiencias es que se desarrolla el presente capítulo con el objetivo de presentar los factores de emisión y/o metodologías que has sido utilizada en la bibliografía internacional. Tras la identificación realizada a nivel de aplicación, se presenta una selección y justificación de cuáles serán utilizados

Tanto el IPCC como el Inventario de California (Gallagher, Deshpande, Gupta, & Huang, 2016) ofrece información valiosa de cómo debe realizarse un inventario. El IPCC es una fuente fiable de referencia, por lo tanto, los factores de emisión de referencia que señalan en el documento pueden ser consultados como una referencia con alto grado de confianza, permitiendo realizar comparaciones con factores de emisiones propios o incluso ser utilizados como factores de emisión por defecto cuando no se disponga información sobre los factores de emisión del país. Por otro lado, el Inventario de California se sitúa como un buen ejemplo del desarrollo de un inventario en la práctica. En general, en dicho inventario no se explicita los factores de emisión que se utilizaron, sin embargo, se detalla la metodología de cómo se levantó la información y los supuestos considerados.

En líneas generales respecto a los factores de emisión, la aplicación de refrigeración y aire acondicionado es el que cuenta con mayor información sobre los factores de emisión, la carga de emisión y/o los años de vida útil, lo anterior respondería al significativo peso relativo que





típicamente tienen estas aplicaciones sobre el total del consumo, además de las complejidades asociadas a dichas aplicaciones por tratarse de emisiones tipo "banco". Por el contrario, para otras aplicaciones, como por ejemplo la de solventes, apenas existe información. Tan sólo el IPCC, como se detallará en la Sección 5.4.3.1, indica un factor de emisión por defecto.

El informe del IPCC proporciona una orientación especializada sobre cuáles deben ser los factores de emisión que se deben ocupar en función de las áreas de aplicación de los HFC. En el caso del TEAP se realiza una descripción cualitativa de las diferentes aplicaciones, con excepción del área de refrigeración y aire acondicionado, en el que se presentan los factores de emisión a partir de fichas técnicas;

- Overview of HFC Market Sectors (UNEP Ozone Secretariat, 2015f)
- Domestic Refrigeration (UNEP Ozone Secretariat, 2015g)
- Commercial Refrigeration (UNEP Ozone Secretariat, 2015h)
- Industrial Refrigeration (UNEP Ozone Secretariat, 2015i)
- Transport Refrigeration (UNEP Ozone Secretariat, 2015j)
- Small self-contained air conditioning (UNEP Ozone Secretariat, 2015k)
- Large air conditioning (UNEP Ozone Secretariat, 2015l)
- Water chillers for air conditioning (UNEP Ozone Secretariat, 2015a)
- Heat pumps (heating only) (UNEP Ozone Secretariat, 2015b)
- Mobile air conditioning (UNEP Ozone Secretariat, 2015c)
- Insulating foam (UNEP Ozone Secretariat, 2015d)
- Aerosols (UNEP -Ozone secretariat, 2015)

Por su parte, en el Inventario de California se presenta la metodología del cálculo de emisiones. En la aplicación de aire acondicionado se mencionan los factores de emisión que han sido utilizados, mientras que para el resto de aplicaciones se han calculado las emisiones mediante encuestas y, complementariamente, a través el análisis del uso del producto.

En esta sección se analiza la metodología utilizada para cuantificar las emisiones de HFC contenida en el IPCC, en el Protocolo de Montreal (TEAP) y en el inventario de California, dividida para cada una de las aplicaciones.

5.4.1 Refrigeración y aire acondicionado

Se trata de la aplicación mejor cuantificada en términos de emisiones, lo que permite la comparación entre distintas fuentes de referencia. A continuación, se presentan la metodología y factores de emisión del IPCC, TEAP y el Inventario de California.

Cada fuente de referencia realiza una clasificación distinta, sin embargo, los criterios utilizados son análogos. En líneas generales, los factores de emisión se encuentran en un rango similar. Por ejemplo, en el caso de la refrigeración comercial para equipos medianos el IPCC fija el





factor de emisión entre 10 y 35%, el TEAP entre 10 y 30 % y el inventario de California lo sitúa en 17,6%.

5.4.1.1 RAA - IPCC

Tabla 5-4 Factores de emisión según IPCC

Categoría			Factor de emis la carga inici		•	Emisión fin de vida útil (%)		
estándar (TEAP)	IPCC	Carga (kg) (años)		Emisión inicial	Emisión durante la operación	Eficiencia de recuperación	Resto de la carga inicial	
Refrigeración doméstica	Refrigeración doméstica	$0.05 \le M^{83}$ ≤ 0.5	12 ≤ d ⁸⁴ ≤ 20	0.2 ≤ k ⁸⁵ ≤ 1	$0.1 \le x^{86} \le 0.5$	0 < ηrec.d ⁸⁷ < 70	0 < p ⁸⁸ < 80	
Refrigeración comercial	Aplicaciones comerciales autónomas	0.2 ≤ M≤ 6	10 ≤ d ≤ 15	0.5 ≤ k ≤ 3	1 ≤ x ≤ 15	0 < ηrec.d < 70	0 < p < 80	
	Refrigeración comercial mediana y grande	50 ≤ M ≤ 2,000	7 ≤ d ≤ 15	0.5 ≤ k ≤ 3	10 ≤ x ≤ 35	0 < ηrec.d < 70	50 < p < 100	
Refrigeración industrial	Refrigeración industrial incluido el procesamiento de alimentos y almacenamiento a baja temperatura	10 ≤ M ≤ 10,000	15 ≤ d ≤ 30	0.5 ≤ k ≤ 3	7 ≤ x ≤ 25	0 < nrec.d < 90	50 100	
	Congeladores	10 ≤ M≤ 2,000	15 ≤ d ≤ 30	0.2 ≤ k ≤ 1	2 ≤ x ≤ 15	0 < ηrec.d < 95	80 100	
Refrigeración transporte	Transporte refrigerado	3 ≤ M ≤ 8	6 ≤ d ≤ 9	0.2 ≤ k ≤ 1	15 ≤ x ≤ 50	0 < ηrec.d < 70	0 < p < 50	
AC estacionario	AC residencial y comercial, incluidas las bombas térmicas	0.5 ≤ M≤ 100	10 ≤ d ≤ 20	0.2 ≤ k ≤ 1	1 ≤ x ≤ 10	0 < ηrec.d < 80	0 < p < 80	
AC móvil	AC móvil	0.5 ≤ M ≤ 1.5	9 ≤ d ≤ 16	0.2 ≤ k ≤ 0.5	10 ≤ x ≤ 20	0 < ηrec.d < 50	0 < p < 50	

Fuente: Adaptación de (IPCC, 2006b)

⁸³ M: Cantidad de HFC cargada inicialmente en los sistemas nuevos instalados

⁸⁴ d = vida útil

⁸⁵ k = factor de emisión

⁸⁶ x= índice de emisión anual (es decir, factor de emisión) de HFC de cada banco de sub-aplicación durante el tiempo de operación que da cuenta de fugas y emisiones anuales promedio durante el mantenimiento.

⁸⁷ ηrec,d = eficiencia de recuperación en el momento de la eliminación, que corresponde al cociente entre el HFC recuperado y el HFC confinado en el sistema, porcentaje

⁸⁸ p = carga residual de HFC en el equipo que se está eliminando, expresada en porcentaje de la carga total, porcentaje





5.4.1.2 RAA - TEAP

Tabla 5-5 Factores de emisión según TEAP

Categoría estándar (TEAP)	Sub-categoría estándar (TEAP)	Carga (Kg)	Factor de emisión anual (%)
Refrigeración doméstica	Refrigeración doméstica	Desde 0.1 a 0.2kg	<0.5
	Refrigeración comercial: Stand-alone	Desde 0.1 a 0.5 kg	<1
Refrigeración comercial	Refrigeración comercial: Condensing	Desde 1 a 10 kg	5 – 20
	Refrigeración comercial: Unit Centralised	Desde 20 a 200 kg	10 -30
	Sistemas pequeños/medianos	Desde 10 a 100 kg	5 – 10
	Sistemas grandes	Desde 250 a 5,000 kg	4 - 8
Refrigeración	Enfriador industrial	Desde 100 a 2,000 kg	2 – 5
industrial	Barcos	Desde 20 a 1,000 kg	5 – 30
iliuustiiai	Contenedores	Desde 4 a 8 kg	3 – 12
	Vehículos de carretera (caravanas, camiones, trailers)	Desde 1 a 8 kg	8 – 20
	AC autónomo	Desde 0.2 a 2 kg	<1
	AC split	Desde 0.5 a 3 kg	1 – 4
	AC aire-aire grande: split grande y multi-split	Desde 3 a 10 kg	1 -4
	AC aire-aire grande: VRF	Desde 5 a 100 kg	1 -5
AC estacionario	AC aire-aire grande: empacado y en la azotea	Desde 5 a 100 kg	2 -6
	Enfriador de agua para AC: pequeño/medio	Desde 20 a 250 kg	2 – 4
	Enfriador de agua para AC: grande	Desde 250 a 600 kg	2 – 4
AC móvil	Autos y furgonetas pequeñas	Desde 0.4 a 0.8 kg	2 -10
AC IIIUVII	Vehículos grandes	Desde 2 a 20 kg	5 -15

Fuente: Adaptación de (TEAP; UNEP, 2014)





5.4.1.3 RAA - Inventario de California

Tabla 5-6 Factores de emisión según el inventario de California

Categoría estándar (TEAP)	Categoría Inventario CA	Carga (kg)	Factor de emisión anual (%)	Emisión fin de la vida útil
Refrigeración doméstica	-			
	Centralized system large (2000 or more lbs.)	3,635	16.6	
	Centralized system medium (200- 1999 lbs.)	704	17.6	
	Cold storage large (2000 or more lbs.)	7,929	15.9	
	Cold storage medium (200 - 1999 lbs.)	494	18.9	
Refrigeración comercial	Refrigerated condensing units small (50 - 199 lbs.)	122	15	
	Refrigerated condensing units very small (less than 50 lbs.)	31.4	15	
	Refrigerated stand-alone display cases	7.1	0	
	Refrigerated vending machines	0.66	0	
Refrigeración	Process cooling large (2000 or more lbs.)	5,242	10	
industrial	Residential appliance (refrigerator -freezer)	0.34	1	
	Merchant ship (direct refrigeration)	441	40	
	Merchant ship (indirect refrigeration)	110	20	
	Naval ships	441	40	
	Large fishing vessels (25 meters or longer) (direct refrigeration)	3,977	40	
Refrigeración del transporte	Large fishing vessels (25 meters or longer) (indirect refrigeration)	1,989	20	
	Small fishing vessels (less than 25 meters)	36.5	39	
	Cruise ship AC	1,328	40	
	Cruise ship refrigeration	882	40	
	Refrigerated shipping containers	33.1	5	
	Transport refrigerated units (TRUs)	20.7	18.3	
	Residential AC (central)	7.5	10	
	Residential AC (window unit)	1.54	2	
	Unitary AC very small (less than 50 lbs.)	15.1	10	
AC estacionario	Unitary AC small (50-199 lbs.)	100	11.3	
AC estacionario	Chiller - centrifugal large (2000 or more lbs.)	3,978	2.3	
	Chiller - centrifugal medium (200 - 1999 lbs.)	1,007	1.4	
	Chiller - package medium (200 - 1999 lbs.)	526	6.9	
	Mobile vehicle AC (MVAC) Light Duty (LD)	1.52- 3.02	10.1-13.1	30
AC móvil	MVAC Bus	variable	0.79 lbs./year	0.12 lbs./year
	MVAC Heavy Duty (HD) (non-bus)	variable	0.79 lbs./year	0.12 lbs./year
	MVAC Off-road	variable	2.55 lbs./year	0.40 lbs./year

Fuente: Adaptación de (Gallagher et al., 2016)





5.4.2 Agente Espumante

Esta aplicación comprende agentes espumantes que son muy diferentes entre ellos. No obstante, los tres documentos analizados en esta sección coinciden al clasificar los tipos de espumas en cuatro categorías: poliisocianurato, poliestireno extruido, poliuretano – panel y poliuretano – spray.

En el IPCC han especificado los factores de emisión para cada tipo de espuma, mientras que en el inventario de California tan sólo se indican los años de vida útil. No obstante, el Inventario de California remite al documento elaborado por la consultora Caleb "Developing a California Inventory for Ozone Depleting Substances (ODS) and Hydrofluorocarbon (HFC) Foam Banks and Emissions from Foams"⁸⁹ en el que se estiman las emisiones así como el banco de emisiones, tal y como se explicará a continuación.

Por su parte, el TEAP se limita a describir los tipos de espumas y sus aplicaciones, pero no especifica los factores de emisión o emisiones.

5.4.2.1 Agente espumante - IPCC

El IPCC recomienda un factor de emisión por defecto del 10% de la carga original de HFC/año para el primer año, aunque el valor puede descender al 5% si hay un reciclado significativo durante la fabricación, mientras que para los años siguientes se recomienda ocupar un factor de 4,5% de HFC/año, además establece la vida útil del producto en 20 años. No obstante, dado que la naturaleza de los diferentes tipos de espumas es muy heterogénea, se recomienda estimar las emisiones para cada tipo de espuma. Para ello, el IPCC ofrece las siguientes indicaciones:

⁸⁹ (Arnie A. J. Vetter & Paul K. Ashford Caleb Management Services Limited, 2011)





Tabla 5-7 Factores de emisión según el IPCC

	Vida Útil	Factor de	e emisión	Emisión fin de vida útil	
Sub-aplicación	(años)	Pérdida primer año (%)	Pérdidas anuales (%)	Eficiencia de recuperación (%)	
FE por defecto (general)	20	5-10	4.5		
Poliuretano - piel integrada	12	95	2.5	0	
Poliuretano - panel continuo (HFC-134A/HFC-152A)	50	10	0.5	65	
Poliuretano - panel discontinuo (HFC-134A/HFC-152A)	50	12.5	0.5	62.5	
Poliuretano - electrodomésticos	15	7	0.5	85.5	
Poliuretano -inyectado	15	12.5	0.5	80	
Espuma de componente único (OCF)	50	95	2.5	0	
Poliuretano extruido (XPS) - HFC - 134a	50	25	0.75	37.5	
Poliuretano extruido (XPS) - HFC - 152a	50	50	25	0	
Poliuretano extruido (PE)	50	40	3	0	
Poliuretano - panel continuo (HFC-245fa/HFC-365mfc/HFC-227ea)	50	5	0.5	70	
Poliuretano - panel discontinuo continuo (HFC-245fa/HFC-365mfc/HFC-227ea)	50	12	0.5	63	
Poliuretano - electrodomésticos	15	4	0.25	92.25	
Poliuretano - inyectado	15	10	0.5	82.5	
Poliuretano - bloque continuo	15	20	1	65	
Poliuretano - bloque discontinuo para secciones de tuberías	15	45	0.75	43.75	
Poliuretano - bloque discontinuo para paneles	50	15	0.5	60	
Poliuretano - laminado continuo / placas	25	6	1	69	
Poliuretano - nebulizadores	50	15	1.5	10	
Poliuretano - tuberías compuestas aisladas	50	6	0.25	81.5	
Fenólico - Bloque discontinuo	15	45	0.75	43.75	
Fenólico - Laminado discontinuo	50	10	1	40	
Poliuretano - piel integrada En al coso do Chilo policorío los penales continuos de Poliu	12	95	2.5	0	

En el caso de Chile aplicaría los paneles continuos de Poliuretano

Fuente: (IPCC, 2006a)





5.4.2.2 Agente espumante - Inventario de California

Por último, en el Inventario de California (Gallagher et al., 2016) se ocupan las emisiones estimadas en el informe elaborado por Caleb (2011)⁹⁰ para la categoría de espumas.

En este informe, se identifican las fuentes de emisión de HFC y se agrupan en cinco categorías. Para cada una de ellas, se presenta el perfil de emisión en las cinco etapas del ciclo de vida de la espuma.

Las categorías de espumas son las siguientes:

- 1. Aislamiento de edificios
- 2. Electrodomésticos
- 3. Equipos comerciales de refrigeración
- 4. Unidad de refrigeración de transporte
- 5. Flota marina

Las categorías listadas anteriormente se dividen a su vez en subcategorías. En total se contabilizan 19 subcategorías:

Tabla 5-8 Subcategorías de espumas

Poliestireno extruido multifamiliar
Poliestireno extruido unifamiliar
Poliestireno extruido en edificios comerciales
Aparatos (refrigerador-congelador)
Aparatos (caldera)
Espuma de flotación para barcos
Almacenamiento en frío y espumas de flotación
Edificios comerciales (poliisocianurato)
Edificios comerciales (poliuretano – panel)
Edificios comerciales (espuma en spray)
Refrigeración comercial y máquinas expendedoras
Poliisocianurato multifamiliar
Poliuretano – panel multifamiliar
Espuma en spray multifamiliar
Poliisocianurato unifamiliar
Espuma en spray unifamiliar
Unidades de transporte refrigeradas

Fuente: Elaboración propia

Los perfiles de emisión para las cinco etapas del ciclo de vida de la espuma que se consideraron fueron los siguientes:

 $^{^{90}}$ Developing a California Inventory for Ozone Depleting Substances (ODS) and Hydrofluorocarbon (HFC) Foam Banks and Emissions from Foams

GreenLabUC

Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.



- 1. Periodo de producción
- 2. Periodo de aplicación
- 3. Periodo de vida útil del equipamiento (equipamiento en uso)
- 4. Periodo de desmantelamiento del edificio o final de la vida (trituración/reciclaje del equipamiento)
- 5. Periodo de eliminación o depósito en el relleno sanitario

En el documento no se especifica cuáles son los factores de emisión sino que se calculan mediante el uso de encuestas en la industria y el análisis de uso de las espumas. Para ello, se realiza un inventario del stock en cada categoría y se identifica el tipo de espuma. A continuación, se estima el volumen de espuma (en m³) del stock y se identifican agentes espumantes sustitutos y su tasa de sustitución para los tipos de espuma. Por último, se examina cuáles son las prácticas de desmantelamiento de edificios y se estima la cantidad de espuma eliminada.

La fórmula básica que se utiliza en cada etapa es la siguiente:

Emissions (lbs.)= volumen of foam (m³) * density of foam (kg/m³) * % of foam expansion agent by weight * % of foam expansion agent loss/emitted * 2.20462 kg/lb.

5.4.3 Solventes

En la aplicación de los solventes existe menos información que en las aplicaciones anteriores, tan sólo en el IPCC se recomienda factores de emisión por defecto. No obstante, el Inventario de California remite a las estimaciones realizadas en el informe elaborado por el Institute for Research and Technical Assistance (2011) en el que se calculan las emisiones y los bancos de emisiones de HFC.

5.4.3.1 Solventes -IPCC

De acuerdo con el informe del IPCC, la vida útil de los solventes es de dos años y se establece como buena práctica aplicar un factor de emisión por defecto del 50% el primer año y del 50% el segundo año.

5.4.3.2 Solventes - Inventario de California

En el inventario de California citado anteriormente no se abordan las emisiones procedentes de los solventes. No obstante, en el documento se remite al informe "Developing a California Inventory for Industrial Applications of Perfluorocarbons, Sulfur Hexafluoride, Hydrofluorocarbons, Nitrogen Trifluoride, Hydrofluoroethers and Ozone Depleting Substances" (2011), elaborado por el Institute for Research and Technical Assistance (IRTA).





Al igual que en el caso anterior, no se especifican los factores de emisión sino que se calculan las emisiones para este caso concreto. Para ello, IRTA realizó una encuesta a las industrias de disolventes de California y revisó los permisos de aire aplicables para determinar emisiones de los gases fluorados según la categoría de solvente⁹¹. En los casos en los que no se pudo obtener datos sobre el permiso del aire, se asumió que se había utilizado la cantidad total que se les permitió usar durante el año. Las estimaciones de emisiones de la investigación IRTA se hicieron durante los años de investigación 2008-2010, y se utilizaron para los años de emisión 2007, 2008 y 2010.

5.4.4 Aerosoles

Las emisiones de los aerosoles se consideran rápidas ya que para la mayoría de las subaplicaciones, toda la carga inicial se escapa dentro del primer o segundo año posterior a la fabricación y típicamente dentro de los seis meses posteriores a la venta.

5.4.4.1 Aerosoles - IPCC

En el documento del IPCC se considera que la vida útil es de dos años y se establece como buena práctica aplicar un factor de emisión por defecto del 50% el primer año y del 50% el segundo año.

5.4.4.2 Aerosoles - Inventario de California

En el inventario hacen distinción entre los aerosoles de uso médico denominados Inhaladores dosificados (MDI, del inglés, Metered Dose Inhalers) y el resto de inhaladores.

En el primer caso, la fuente de datos primarios fue el modelo de la EPA denominado US EPA Vintaging Model y están expresadas en teragramos de dióxido de carbono equivalente (TgCO₂eq, por sus siglas en inglés). De acuerdo con el Inventario, se infiere que las emisiones estimadas para California en el año 2010 fueron 0.3 MMTCO₂eq.

Sin embargo, dado que el modelo Vintaging agrega emisiones y las agrupa como HFC total, fue necesario seguir especificando el uso por gas fluorado real utilizado, para desarrollar un "perfil de distribución" de uso. La fuente de datos primarios para especificar las emisiones de los MDI fue el Departamento de Salud y Servicios Humanos según el cual el perfil de emisión es 90% HFC 134a y 10% HFC-227ea.

Después de desarrollar el perfil de distribución de gas fluorado para los aerosoles de MDI, los resultados de emisión se recalcularon en libras de emisiones para cada propelente específico.

⁹¹ Las categorías de solvente identificadas son las siguientes: solvente para limpieza de películas, solvente vapor desengrasante y lubricación de disco duro.





Se aplicó la siguiente fórmula para convertir el MMTCO₂eq en libras de F-gas:

Lbs. = MMTCO₂eq (know) / [[(decimal portion constituent 1) * GWP1 * 4,53592 x 10⁻¹⁰ MMT/lb. conversion factor] + [(decimal portion constituent 2) * GWP2* 4,53592 x 10⁻¹⁰ MMT/lb. conversion factor] + (repeat for all constituents)]]

Dado que el año base fue 2010, las emisiones anteriores se calcularon ocupando el factor de crecimiento anual del uso de aerosoles elaborada por el IPCC.

En el segundo caso, es decir, para el resto de los aerosoles, el factor de emisión es del 100% en el primer año.

5.4.5 Extinción del fuego

Tanto el IPCC como el Inventario de California calculan las emisiones de los productos contra incendios. Sin embargo, los métodos utilizados son diferentes. El IPCC señala cuál es el factor de emisión por defecto mientras que en el Inventario de California calculan tanto las emisiones como el banco de emisiones de los productos contra incendios a través de la información que el IRTA obtuvo de los fabricantes y comercializadores. A continuación, se describe en detalle el procedimiento de estimación de las emisiones.

5.4.5.1 Extinción del fuego - IPCC

En este documento se hace una distinción entre equipos fijos (de anegación) y los equipos portátiles (de chorro corriente). Se estima que para los primeros el factor de emisión está comprendido entre el 1 y 3% de la base instalada y su vida útil es de 15-20 años, mientras que para los equipos portátiles el factor de emisión está comprendido entre 2 y 6 % de las cantidades en uso.

5.4.5.2 Extinción del fuego - Inventario de California

En el inventario de California se ocupan los datos obtenidos por IRTA (2011). En este informe se explica en detalle la metodología utilizada para estimar las emisiones. Al igual que en el documento del IPCC, se distingue entre los equipos fijos y los equipos portátiles.

El IRTA emplea el método bottom —up. En el caso de los equipos fijos, el IRTA trabajó con dos empresas de California que tienen una cuota de mercado del 30% en ese Estado para obtener la información necesaria. A continuación, se estimó el banco de emisiones en dos fases. En primer lugar, se calculó el número total de sistemas de anegación y en segundo lugar se estimó la carga promedio de cada sistema.





Por su parte, para el caso de los equipos portátiles, se ha estimado la cantidad de agente en cada uno de los equipos en California y se ha calculado el número de fuegos extinguidos. Los datos se han obtenido consultando a los instaladores de estos equipos, empresas que ofrecen servicios de extinción, recicladores y proveedores.

5.4.6 Selección y justificación de factores de emisión

La Tabla 5-9 presenta la selección de los factores de emisión, además de los años de vida útil para cada uno de las sub-aplicaciones seleccionadas, en general se siguen las recomendaciones del IPCC. Cabe destacar que la vida útil de los equipos es un parámetro muy relevante para la estimación de las emisiones, especialmente en aquellos equipos o productos que funcionan como bancos de sustancias.

Siguiendo las buenas prácticas recomendadas por el IPCC en sus guías, se considera que las emisiones de aquellas aplicaciones de forma rápida son emitidas en un periodo de dos años, considerando un factor de emisión de 50% cada año. Si bien el inventario de California opta por considerar que las emisiones son liberadas en el mismo año del consumo, se opta por seguir las recomendaciones del IPCC.

Para los agentes espumantes el factor de emisión tiene directa relación con el tipo de espuma fabricada. Al tratarse de una espuma del tipo de celda cerrada implica que las emisiones son pequeñas y ocurren en un periodo largo de tiempo (50 años) de acuerdo a las recomendaciones del IPCC.

En cuanto a los factores de emisión de la aplicación de protección contra el fuego, se diferencia entre sistemas de anegación y extinguidores. Los primeros tienen una vida útil más larga: 15 años lo cual está dentro del margen de vida útil propuesto en las GL-2006, mientras que su factor de emisión se considera que es incierto, pero que sigue una distribución triangular entre 1 y 3%, de acuerdo, a lo descrito por el documento. Por su parte, para los extintores se considera una vida útil de 5 años (en base a las fechas de vencimiento expuesto por estos equipos) y una tasa de emisión incierta, pero con una distribución triangular entre 2 y 6%.

Respecto a los equipos de refrigeración, los factores de emisión son estimados expost una vez establecidos la fracción del consumo destinado a cada sub-aplicación y el tamaño del banco de cada uno de estos. Se destaca que se para la refrigeración doméstica se considera, a priori, un factor de emisión incierto, pero con distribución triangular entre 0,1 y 0,5%. Lo anterior para simplificar la solución de los demás factores de emisión para las otras sub-aplicaciones, quitando grados de libertad al sistema de ecuaciones. Esto se justifica por ser un rango estrecho en que coinciden todas las fuentes revisadas, además de coincidir con lo descrito por CTI, quienes estiman que la tasa de fuga de sus equipos de refrigeración doméstica es de 0,3%. Respecto los años de vida útil seleccionados, estos fueron seleccionados a partir de las entrevistas con los fabricantes o importadores de equipo (CTI, ANWO, Thermoking, THK), diseñadores de equipos de refrigeración industrial (FrioIngenieria) y usuarios finales





(Cencosud), destacando que corresponden a valores dentro de los rangos establecidos en las fuentes, tal como se puede observar en la sección 5.4.1.

Tabla 5-9 Clasificación de las sub-aplicaciones según tipo de emisión

Aplicación	Sub-aplicación	Factor de Emisión Anual	Vida útil [años]		
	Doméstica		15		
Refrigeración	Comercial	Deleves de mess	Equipos: 12 Instalaciones: 15		
	Industrial	Balance de masa,	20		
	Transporte	estimación <i>expost</i>	10		
Aire Acondicionado	Estacionario		15		
Aire Acondicionado	Móvil		12		
	Celda abierta	No aplica a Chile			
Agente Espumante	Celda cerrada	Primer año: 12% Otros años: 0,5%	50		
Aerosoles	Médico				
Aerosoles	No médico	50%	2		
Solventes	Limpieza				
Extinción de fuego	Extinción de fuego	Anegación: [1-3%] Extintor: [2-6]%	Anegación: 15 Extintor: 5		
	Uso Medico				
Otros Aplicaciones	Uso Industrial	50%	2		
Otras Aplicaciones	Uso como Propelente				
	Subproducto de producción de HCFC	No aplica a Chile			

No todas estas sub-aplicaciones existen actualmente en Chile, sin embargo, son consideradas por cuestión de completitud y concordancia con futuros inventarios en que sí podrían existir.

Fuente: Elaboración propia en base a lo establecido por (IPCC, 2006b; TEAP; UNEP, 2014)





6. Inventario de Emisiones de HFC

En el presente capitulo se presentan los resultados del inventario de emisiones de HFC para el periodo de tiempo estudiado. El capítulo está estructurado de forma que primero se presentan los resultados del balance de masa por sub-aplicación permitiendo visualizar los resultados por su uso (carga de nuevo equipo o producto, o mantención de equipos ya existente). Posteriormente se presentan los resultados generales del inventario de emisiones de HFC presentando resultados por sustancia (pura o mezcla), según su composición y su impacto medido en CO_2 eq.

En la sección siguiente se presentan los resultados del inventario según aplicación y sub-aplicación, permitiendo observar cuales son las sub-aplicaciones claves en términos de emisiones. Posteriormente se presenta una discusión sobre las principales fuentes de incertidumbre del inventario, y como está impacta a nivel de sub-aplicación. Posteriormente se presenta los resultados regionalizados según la aplicación de la metodología, cabe destacar que la regionalización se hace *top-down* desde el inventario nacional por medio de la distribución de estas emisiones por sub-aplicación utilizando alguna distribución conocida que funcione de *proxy*. En la última sección se presenta una discusión respecto a la tendencia esperada para cada sub-aplicación respecto a su consumo y sus emisiones.

Cabe destacar que, al igual que en la estimación del consumo, en los resultados presentados sólo se cuantifica la fracción HFC de las mezclas. Asimismo, para la cuantificación en términos de su equivalencia en CO₂eq se utilizan los PCG₁₀₀ recomendados por el SAR, a menos que se explicite lo contrario.

6.1 Usos de HFC por sub-aplicación

Para la estimación del inventario de emisiones siguiendo un enfoque de balance de masa es necesario establecer el uso de HFC para cada sub-aplicación. Se distinguen dos usos principales:

- 1) Nuevo equipo o producto: Es el uso relacionado con aquella fracción del consumo destinada a nuevos equipos (que se añaden al banco) o a nuevos productos. Dada esta definición todo el consumo destinado a aplicaciones con emisiones del tipo rápida corresponden a nuevos productos, pues su uso no es mantener un banco existente. Lo mismo pasa con aquella fracción del consumo cuyo fin es cargar equipos o instalaciones nuevas.
- 2) Mantención del banco: Es el uso relacionado destinado a la recarga del banco existente. En la medida que el banco crece es esperable que aumente también el consumo cuyo uso es destinado a la mantención del banco

El supuesto utilizado para la elaboración del inventario de emisiones es que el consumo de HFC cuyo uso sea la mantención del banco es igual a las emisiones, basado en que la necesidad de





recargar el banco responde a una fuga desde el mismo, cuya magnitud es igual a la magnitud de la cantidad de refrigerante cargado.

Para la desagregación se asume:

- Todos los consumos de sub-aplicaciones cuyas emisiones son rápidas corresponde a usos en nuevos productos.
- De aquellas sustancias utilizadas en sub-aplicaciones que generan bancos, se considera que sólo aquellas que presentan consumos no intermitentes (consumo todos los años desde que son importados) realmente forman bancos y las otras tienen que ver con usos puntuales, por ejemplo, de pruebas, y luego se consideran que todo el consumo corresponde a usos en nuevos equipos, pero que estos no forma banco sino que son liberados como emisión⁹². Las sustancias que bajo este criterio forman banco⁹³ son:
 - Extinción del fuego: HFC-23 (sólo para uso en extintores), HFC-125, HFC-227ea (100% del consumo dedicado a la aplicación)
 - Agente Espumante: HFC-134a, HFC-365mfc, HFC-365mfc/HFC227ea (100% del consumo dedicado a la aplicación)
 - o RAA: HFC-134a, R-404A, R-407C, R-410A y R-507a (99,4% del consumo dedicado a la aplicación en el año 2015, otros años ver Tabla 6-1)

Una vez identificado las sustancias que generan banco se procede a establecer el equilibrio de masa, el cual resulta en la desagregación del consumo según uso. En la Figura 6-1 se presenta un resumen del consumo según uso por sub-aplicación, agrupando las aplicaciones refrigeración y AA, las cuales son reportadas con mayor detalle en la Figura 6-2. Esta última división se realizó siguiendo la metodología descrita en la sección 5.2, basada en la mantención esperada.

En forma agregada se observa que el consumo destinado a mantención presenta una tendencia al alza, lo cual está en línea con lo esperado dado el crecimiento del banco en el periodo. Por su parte, también ha aumentado el consumo cuyo uso son los nuevos equipos o productos, lo cual se coincide con las condiciones del mercado, dónde el desplazamiento de las SAO se ha traducido en un importante crecimiento del uso de HFC en aplicaciones donde antes eran usadas, especialmente en refrigeración y AA, equipos de extinción del fuego y, a partir de los últimos años de la serie, como agente espumante.

⁹² Este supuesto implica que se considera que estas sustancias produce emisiones son de emisión rápida.

⁹³ Por contraposición las sustancias que no generan banco son: Extinción del fuego: HFC-236fa. RAA: HFC-23, R-401B, R-402A, R-402B, R-407F, R-408A, R-417A, R-425A, R-427A, R-437A, R-438A, R-503, R-508B e Isceon 89.



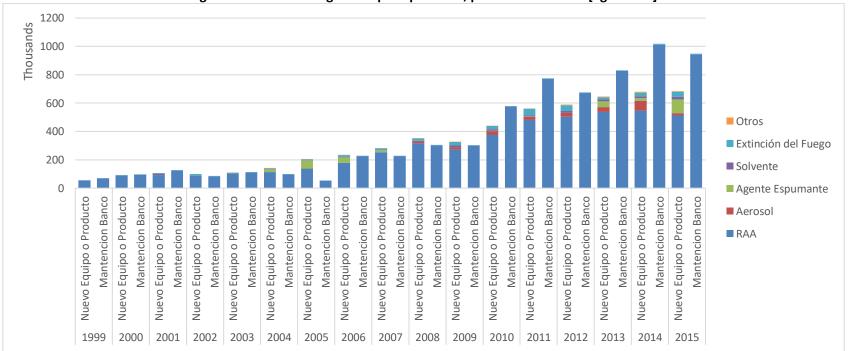


Tabla 6-1 Fracción del consumo considerado como del tipo banco [t de HFC]

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Consumo																	
Sustancias																	
Banco (1)	117	179	208	167	214	210	190	404	480	620	571	945	1.235	1.172	1.362	1.531	1.448
Consumo																	
Total RAA	119	182	212	171	214	210	191	404	480	620	574	951	1.252	1.176	1.364	1.560	1.457
Fracción	98,2%	98,2%	97,9%	97,8%	100%	99,9%	99,8%	99,8%	99,9%	100%	99,5%	99,4%	98,6%	99,7%	99,9%	98,1%	99,4%

(1) Considera: HFC-134a, R-404A, R-507A, R-410A y R-407C

Figura 6-1 Consumo según uso por aplicación, periodo 1999-2015 [kg de HFC]

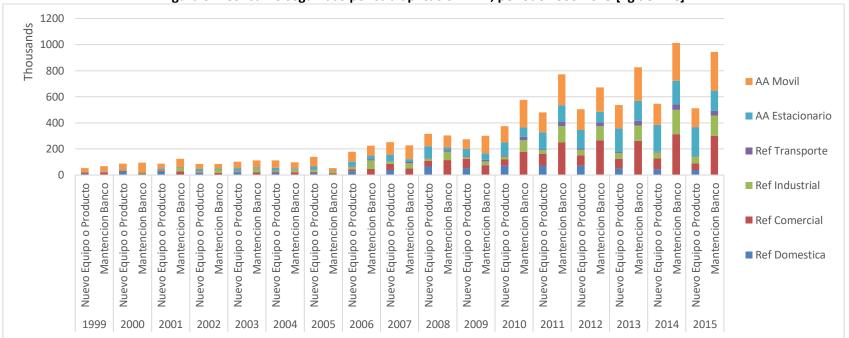


Fuente: Elaboración propia en base a datos de Aduana









Fuente: Elaboración propia en basa a datos de Aduana





6.2 Inventario nacional de emisiones de HFC

En la Figura 6-3 se presenta los resultados de la estimación de las emisiones de HFC para el periodo 1999 a 2015, medidos en GgCO2eq⁹⁴. En la figura se observa que en que hasta el año 2005 no existe un crecimiento importante, observándose incluso una disminución en las emisiones anuales siguiendo la línea del consumo que también se mantiene sin grandes cambios. A partir del año 2005 se observa un crecimiento significativo de las emisiones, con un promedio anual de 31,5%, pasando desde 140 [119 – 166] Gg de CO₂eq en el año 2005 hasta 2.351 [2.176 – 2.544] Gg de CO₂eq emitidas en el año 2015. En la gráfica se observa de forma clara una tendencia al alza en las emisiones, si bien en años específicos se observa una disminución. Esta disminución respondería a la reducción del consumo de sustancias de HFC para dicho año, lo cual se traduce (dado el método de balance de masa)⁹⁵, en disminuciones de las emisiones.

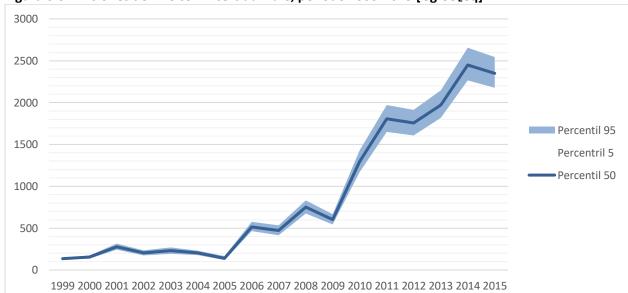


Figura 6-3 Emisiones de HFC con incertidumbre, periodo 1999-2015 [Gg CO₂eq]

Fuente: Elaboración propia en base a información de Aduanas

En la Tabla 6-2 se presentan los resultados del inventario de emisiones por sustancia. Se observa que las principales sustancias emisoras son el HFC-125, HFC-134a y el HFC-143a, todas

 $^{^{94}}$ Para los resultados presentados en el informe se utiliza estimación se utiliza el potencial de calentamiento global del SAR. En el anexo digital "Anexo 3 – BD Resultados HFC" se incluyen las bases de datos estimados tantos con los PCG₁₀₀ recomendados en el SAR como en el AR4.

⁹⁵ El método de balance de masa utilizado en la estimación de las emisiones se basa en que anualmente el consumo se debe distribuir entre aplicaciones rápidas, nuevo banco y mantenimiento del banco Por otro lado, uno de los principales supuestos es que la fracción del consumo dedicado a mantención del banco se asume es igual a las emisiones del mismo año. Por lo tanto, si disminuye el consumo es posible que disminuyan las emisiones.

GreenLabUCGestión y Política Ambiental DICTUC S.A.



ellas utilizadas principalmente como componentes de refrigerantes. Desde mediados del periodo de estudio el HFC-32 comienza a ser relevante, lo cual se asocia a su uso en la mezcla R-410A utilizada ampliamente en equipos de AA. Por su parte, las emisiones de HFC-227ea y HFC-365mfc se asocian principalmente a otras aplicaciones tales como la extinción del fuego y el uso como agente espumante.

Tabla 6-2 Emisiones de HFC por sustancia pura, periodo 1999-2015 [Gg CO₂eq]

Año	HFC-125	HFC-134a	HFC-143a	HFC-32	HFC-227ea	HFC-365mfc	Otros	Total
						111 C-3031111C		
1999	31	58	46	0	0	-	0	135
2000	14	109	30	0	0	-	0	154
2001	66	102	108	0	1	-	0	277
2002	55	63	85	1	2	0	0	205
2003	55	92	82	1	2	0	0	232
2004	47	85	67	1	3	0	0	203
2005	37	41	57	0	5	0	0	140
2006	151	152	198	5	6	0	0	513
2007	111	190	157	3	9	0	1	472
2008	227	181	333	3	7	0	1	752
2009	145	275	163	9	8	0	2	603
2010	362	431	477	12	10	0	2	1.294
2011	559	559	641	29	14	1	2	1.805
2012	555	451	710	20	16	1	3	1.755
2013	638	586	682	40	20	4	1	1.972
2014	797	722	843	49	34	2	1	2.449
2015	745	707	808	41	36	10	4	2.351

Se presentan los resultados para la mediana.

Fuente: Elaboración propia en base a información de Aduanas

Para comprender el orden de magnitud de las emisiones en el contexto chileno, de acuerdo al Segundo Informe Bienal de Actualización de Chile sobre Cambio Climático (MMA, 2016) las emisiones o conjuntas de todos los demás GEI alcanzan las 109.927 Gg CO2eq el año 2013. Es decir, las 1.972 [1.818 − 2.146] Gg de CO₂eq emisiones de HFC estimados para el año 2013 representaría el 1,8% [1,7% - 2,0%] del total de emisiones en Chile.

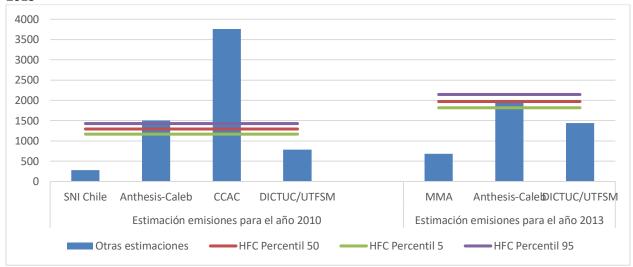
En la siguiente figura se presenta la comparación entre la estimación del presente estudio con otros estudios que recientemente han realizado esfuerzos por estimar las emisiones de HFC en Chile. Se observa que los resultados están dentro del orden de magnitud. Anthesis-Caleb y DICTUC/UTFSM siguen una estrategia basada en factores de emisión, obteniendo los resultados más similares a las estimaciones propias. Por su parte, no se cuentan con mayores detalles de la metodología seguida por la CCAC ni por los inventarios nacionales de GEI. Cabe destacar que el presente estudio es el único en considerar consumos de HFC en los años previos al 2002, considerando toda la información disponible desde el año 1999.

⁹⁶ Sin considerar el sector FOLU





Figura 6-4 Comparación con otras estimaciones de emisiones de HFC en Chile [Gg CO₂eq], años 2010 y 2013



Fuente: Elaboración propia en base a (SNI Chile, 2014), (Anthesis & Caleb, 2016), (UNEP; CCAC, 2016a) y estudio en proceso: "Apoyo a plan de Mitigación de Contaminantes climáticos de Vida Corta en Chile" (DICTUC, UTFSM, 2017)

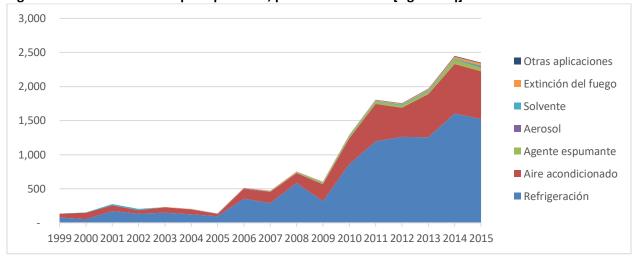
6.3 Inventario por sub-aplicación

En la siguiente figura se presenta la desagregación de las emisiones por aplicación, donde se observa la relevancia del sector RAA, el cual representa sobre el 95,8% de las emisiones de la última década considerada. En el mismo periodo las emisiones de la aplicación aerosol alcanzan un 2,0%, seguida por la aplicación extinción del fuego que alcanza un 1,1% de las emisiones totales. Los solventes representan un 0,6% de las emisiones, mientras la fracción restante se distribuye entre otras aplicaciones y agentes espumantes, si bien estas últimas han aumentado en los últimos años.





Figura 6-5 Emisiones de HFC por Aplicación, periodo 1999-2015 [Gg CO2eq]



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Aduana

En la Figura 6-6 se presenta la desagregación de las emisiones de las aplicaciones refrigeración y Aire acondicionado según sus sub-aplicaciones, mientras que la Figura 6-7 presenta la distribución de esta en términos porcentuales para 4 periodos distintos.

Se aprecia que durante la mayor parte del periodo las emisiones de las aplicaciones RAA están dominadas por 3 sub-aplicaciones: Refrigeración comercial, AA móvil y Refrigeración industrial. Todas ellas asociadas a factores de emisiones altos y bancos considerables. La sub-aplicación AA fijo ha ido adquiriendo peso principalmente por el crecimiento de su banco, aunque tiene tasas de fugas menores a las otras sub-aplicación. Por su parte, la refrigeración en transporte si bien tiene la mayor tasa de fuga, su banco es bastante menor y luego las emisiones son pequeñas comparadas con las otras sub-aplicaciones. Respecto a la refrigeración doméstica sucede lo contrario: tiene un gran banco, pero con tasas de fugas muy pequeñas, lo cual resulta en las menores emisiones de las sub-aplicaciones RAA.



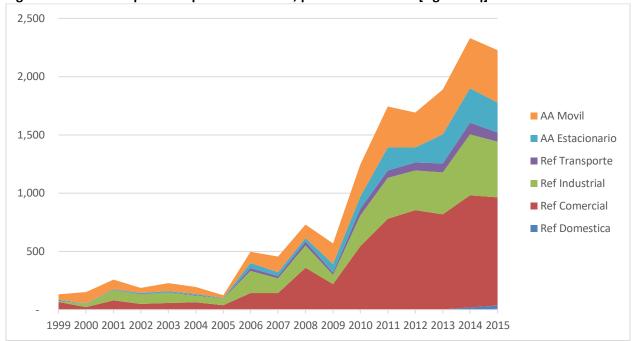
■ Ref Domestica

0%



1%

Figura 6-6 Emisiones por sub-aplicación de RAA, periodo 1999-2015 [Gg CO2eq]



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Aduana

Figura 6-7 Distribución de las emisiones por sub-aplicación de RAA [Gg CO2eq] 100% 90% 80% 70% 60% 50% 40% 30% 20% 10% 0% Años 1999 - 2002 Años 2003 - 2007 Año 2008 - 2012 Años 2013 - 2015 AA Movil 37% 26% 20% 20% ■ AA Estacionario 3% 7% 12% 9% ■ Ref Transporte 2% 4% 4% 4% ■ Ref Industrial 28% 35% 20% 21% ■ Ref Comercial 30% 29% 46% 42%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Aduana





En las GL-2006 (IPCC, 2006b) se establecen una serie de hipótesis respecto a los mercados maduros que permiten chequear de forma agregada los resultados de las aplicaciones RAA:

Las emisiones en bancos alcanzan un promedio de 15% anual para toda el área de la aplicación RAA: De acuerdo a los resultados obtenidos el año 2015 las emisiones de la aplicación RAA alcanzan un total de 942.761 kg de HFC, lo cual comparado con un banco de 4.349.273 kg de HFC, representa una emisión promedio de 22%, superior a la hipótesis del mercado maduro, pero aun así en el orden. Lo anterior se podría explicar por el explosivo crecimiento de bancos con altos niveles de emisión en el país, tales como los supermercados, la refrigeración industrial (especialmente por el sector pesquero y frutícola) y el transporte refrigerado que podrían diferenciar a Chile del país promedio.

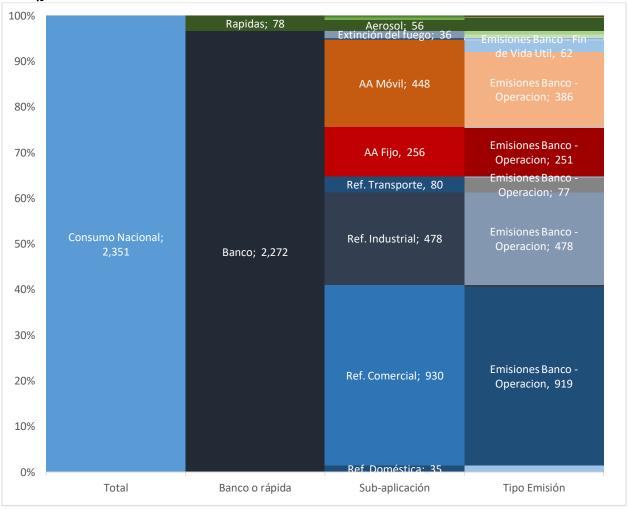
Dos tercios de las ventas de un refrigerante se destinan al mantenimiento y un tercio se usa para cargar los equipos nuevos: De acuerdo a los resultados obtenidos para el año 2015 el 64,7% del consumo se utiliza para la mantención del banco, mientras que el 35,2% restante se utiliza para cargar equipos nuevos. Se observa una tendencia en como la proporción del consumo dedicado al mantenimiento ha ido aumentando, lo cual se condice con la idea de que el mercado chileno estaría madurando.

En la Figura 6-8 presenta como se desagregan las emisiones estimadas para el año 2015 según si es banco o rápida, la sub-aplicación y el tipo de emisión, distinguiendo entre las emisiones de operación y las de fin de vida útil. Se observa que al 2015 la mayor parte de las emisiones corresponde a emisiones de banco, asociadas a refrigeración comercial e industria, que en conjunto representan un 60% de las emisiones, a pesar de no contar con los bancos ni el consumo mayor. A continuación, destacan las emisiones de AA móvil y fijo, que de forma conjunta representan un 30% adicional de las emisiones. Respecto al tipo de emisión, la mayor parte corresponde a emisiones de operación producto de fugas (91,1%), una fracción menor al fin de la vida útil de parte del banco (5,5%) y un 3,3% a las emisiones rápidas asociadas a productos. Dentro de las emisiones por fin de vida útil, destacan las emisiones de los equipos de AA móvil que cumplieron con su vida útil las cuales representan un 2,6% de las emisiones totales estimadas para el año 2015.





Figura 6-8 Distribución de las emisiones por sub-aplicación y tipo de emisión para el año 2015 [Gg CO₂eq]



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Aduana

6.4 Incertidumbre del inventario

De acuerdo a las GL-2006, "la estimación de incertidumbres es un elemento esencial de un inventario de emisiones de GEI completo" (IPCC, 2006c). Es importante reconocer que si bien se realizan los esfuerzos por estimar e incorporar la incertidumbre del inventario, hay una parte de la incertidumbre asociada que no se puede cuantificar, y luego el análisis estadístico de la incertidumbre sólo da indicios de la incertidumbre total.

En el caso del desarrollo del presente inventario, de los tipos de fuentes de incertidumbre planteados por las GL-2006, aquellos que aplican son:

• Falta de completitud: La atomización de los usuarios de sistemas de refrigeración o climatización, y la falta de información disponible para la mayoría de ellos representa





una fuente de incertidumbre. Por ejemplo, la falta de un inventario completo y detallado de grandes superficies refrigeradas impide tener certeza respecto a la completitud. La estrategia para enfrentar esta fuente de incertidumbre fue realizar estimaciones propias respecto al valor de los parámetros desarrollando modelos paramétricos, para el mismo ejemplo en la sub-aplicación refrigeración industrial se identificaron 528 empresas distintas que tienen una demanda por refrigeración. La comparación de los resultados agregados con otros resultados similares (tal como se hace sección 6.2 y sección 6.3) permite establecer que los valores supuestos no se alejan de la realidad.

- Falta de datos: Existen ciertos consumos de HFC para los cuales no se cuenta con datos: productos aerosoles importados con HFC y espumas importadas con contenido de HFC. Ante la falta de datos suficientes para siquiera realizar un supuesto, la estrategia es explicitar la falta de esta información.
- Falta de representatividad de los datos: en determinadas ocasiones la representatividad de los datos es baja por lo que fue necesario extrapolar datos de un conjunto conocido a un universo mayor. Notoriamente se da en la refrigeración industrial donde el inventario de grandes superficies refrigeradas contiene una fracción muy menor de los datos de todo el universo. La estrategia general para enfrentar este tipo de incertidumbre fue utilizar un rango de datos con alguna distribución y no un valor fijo. Por ejemplo, para el caso del uso de refrigerante por tipo de industria se considera una distribución normal con media igual al valor obtenido desde la fuente no representativa, pero con una desviación estándar de 20%.
- Modelo: Todo modelo es una simplificación de la realidad y, como tal, es incapaz de capturar todas las complejas dimensiones de la realidad. De esta forma el modelo realiza supuestos gruesos basados en relaciones estadísticas y matemáticas entre sus partes. Por ejemplo, el supuesto de que anualmente se debe cumplir que el consumo de HFC es igual a la mantención más la carga de los equipos/productos nuevos, no es necesariamente cierto en la realidad, sin embargo, es una simplificación aceptable que permite realizar estimaciones de dicha realidad. La estrategia para enfrentar esta fuente de incertidumbre fue la revisión de inventarios similares, además de la validación por la contraparte técnica para utilizar supuestos que han sido utilizados en otras fuentes, evitando así discrecionalidad en la construcción del modelo.
- Error muestral: Relacionado a la fuente anterior, aun cuando una muestra puede resultar representativa al no ser la muestra igual al universo existe un error muestral. Mientras mayor es la muestra respecto del universo, menor es el error muestral. La estrategia fue utilizar parámetros con una distribución en lugar de un valor fijo. Por ejemplo, cuando se debe determinar el tipo de refrigerante contenido en los equipos de refrigeración se utiliza un rango triangular con una media igual al valor observado y con máximas y mínimas con ±10% el valor, por su parte para los congeladores, que tienen un error muestral mayor se usa el mismo método, pero con máximas y mínimas de ±20%.





• Mal clasificación: En el caso de los equipos de refrigeración y aire acondicionado se utiliza como base de información las partidas arancelarias respectivas. Se realizan supuestos a nivel de sub-partida, sin embargo, existe la posibilidad de que dentro de estas partidas haya equipos que hayan sido originalmente mal clasificados dentro de ellas. Dicha incertidumbre se propaga a lo largo de toda la estimación del inventario. Para enfrentar este error se realizaron revisiones propias identificando registros erróneos, si bien para enfrentar este se realizaron revisiones propias es probable, dada la cantidad de datos incluidos en las partidas, que no se hayan podido identificar todos los registros erróneos.

Dada la combinación de enfoques y niveles seleccionados, y la disponibilidad de datos existen múltiples fuentes de incertidumbre. De forma más específica se puede discutir sobre supuestos particulares que resultan en una fuente de incertidumbre. Para las aplicaciones de refrigeración y aire acondicionado se utilizó un enfoque por sub-aplicación basado en un balance de masa. En este caso las principales fuentes de incertidumbre se pueden agrupar por temas:

- Tamaño de los bancos por sub-aplicación: Hay dos fuentes de incertidumbre, la construcción nacional de equipos e instalaciones, y el estado del banco antes del tiempo de análisis.
 - Construcción nacional de equipos e instalaciones: Existe distintos grados de confianza respecto a la estimación del tamaño de los bancos por sub-aplicación. Por un lado, se tiene un alto grado de confianza respecto al banco de los AA estacionarios, AA móvil y refrigeración doméstica, pues se trata de equipos principalmente importados, siendo tipificados y cuantificados al ingreso al país, o fabricados nacionalmente, pero cuyos fabricantes nacionales participaron entregando información (CTI en refrigeración doméstica). Por el contrario, las instalaciones nacionales en grandes superficies refrigeradas como la refrigeración comercial e industrial plantean un desafío para su estimación, principalmente por la atomicidad de los actores y la reticencia a entregar información. Debido a esto fue necesario extrapolar información resultando en una fuente de incertidumbre adicional.
 - Estado de banco antes del tiempo de análisis: Incluso para las sub-aplicaciones en las que se tiene mayor certeza, el tiempo de análisis es relativamente corto, habiendo asimetrías entre las importaciones y exportaciones. Para evitar mayor incertidumbre se decidió no extrapolar información para los años previos, puesto que no se contaba con supuestos suficientemente robustos. De esta forma la estimación del banco tiende a ser subestimada, aunque el grado de confianza aumenta hacia el final del periodo, dado que la relevancia del banco previo es menor.
- Consumo de HFC en equipos: Se distinguen dos fuentes de incertidumbre; el consumo de sustancias en los equipos y la distribución de los equipos por sub-aplicación.





- Consumo de sustancias dentro de equipos: Si bien se logró tipificar y cuantificar los refrigerantes contenidos en una fracción de los equipos (tal como se presenta en la sección 4.2), para los demás equipos fue necesario realizar una estimación estadística basada en variables explicativas como la capacidad volumétrica o frigorífica. Se destaca que esta fuente de incertidumbre es menor, pues los modelos estadísticos resultaron ser significativos y robustos, además, el consumo es menor comparado con el consumo de sustancias en forma de granel. Por lo demás, a nivel de emisiones estas aplicaciones tienen tasas de emisión significativamente menor que otras sub-aplicaciones.
- Distribución de equipos por sub-aplicación: Se realizaron supuestos asignando códigos arancelarios completos por sub-aplicación. Este supuesto se realizó debido a la falta de información para asignar cada equipo según su uso final.
- Distribución del consumo por sub-aplicación: La distribución del consumo por sub-aplicación se hizo en base a la metodología explicitad en la sección 5.2. Lo anterior se basa en dos supuestos que aumentan la incertidumbre:
 - Todo el consumo de un año es utilizado en dicho año, sin haber transferencias interanuales.
 - La mantención real de las sub-aplicaciones sin tasas de mantención nacionales distribuye igual a la mantención esperada.

Respecto a las sub-aplicaciones que siguen un método basado en los factores de emisión se tienen las siguientes fuentes de incertidumbre:

- Consumo por sub-aplicación: Si bien en comparación con el consumo de las aplicaciones de refrigeración y AA, el consumo de estas aplicaciones es significativamente menor, se encuentra sujeto a algunas incertidumbres. Dentro de esta la más destacable es que no se cuenta con información respecto al consumo de HFC en aerosoles no médicos y luego se asume que es nulo.
- Factor de emisión: Se asume que todas las sub-aplicaciones con emisiones rápidas tienen un factor de emisión del 50%, es decir, la totalidad del consumo es emitido en un periodo de dos años, lo anterior implica una fuente de incertidumbre, aunque se considera que es menor. Asimismo, para la estimación de las emisiones de las sub-aplicaciones que funcionan como bancos, es decir, la extinción del fuego y el uso como agente espumante, se utilizan como supuestos factores de emisión y vidas útiles basadas en las recomendaciones del IPCC que pueden no representar necesariamente la realidad nacional.

La cuantificación de la incertidumbre se hizo siguiendo el método 2: Método de Montecarlo descrito por las GL-2006 (IPCC, 2006c). En este método todas las variables inciertas son ingresadas como una distribución aleatoria de valores para la cual se corre un número alto⁹⁷ de

Informe Final 257

_

⁹⁷ Los resultados reportados se basan en 100 corridas independientes.





corridas independientes, a través de las cuales la incertidumbre se propaga por toda la estimación del inventario, resultando en un rango de resultados. Por ejemplo, en la Figura 6-9 se presenta la probabilidad acumulada de las emisiones de HFC-134a medida en Gg CO2eq en el año 2015, observándose que se cuenta con un rango de valores donde la mediana es de 2.362 Gg CO2eq, pero para un intervalo de confianza de 90% se tiene que el valor está entre los 2.321 y 2.398 Gg CO2eq. Transversalmente a todo el informe se presentaron resultados que incluyen resultados de incertidumbre.

0.9 0.8 0.7 **Cumulative Probability** 0.6 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1 0 ↓ 2310 2330 2350 2380 2390 2400 2410 2420 2320 2340 2360 2370 Emisiones CO2e (Gg)

Figura 6-9 Probabilidad acumulada del valor final de las emisiones de HFC-134a en el año 2015

Fuente: Elaboración propia resultante de la modelación de Montecarlo

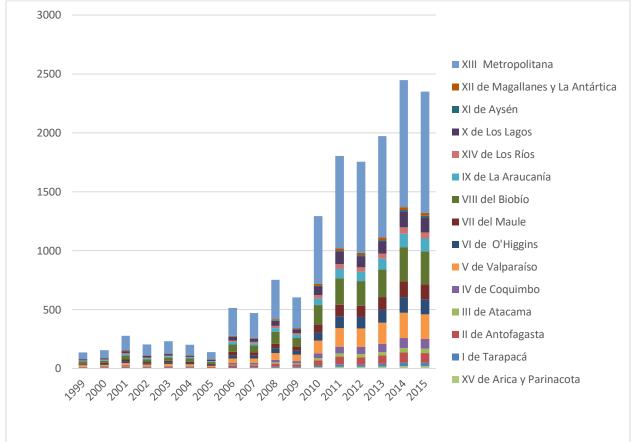
6.5 Regionalización de la información por HFC

A partir de la metodología para la regionalización descrita en la sección 3.3 se distribuyen las emisiones de acuerdo a la región. En la Figura 6-2 se presenta las emisiones de HFC distribuidas por región los resultados numéricos se presentan en el anexo digital "Anexo 3 – BD Resultados HFC". Se observa que todas las regiones presentan una tendencia al crecimiento, explicándose la diferencia en las tasas de crecimiento fundamentalmente por la discretización en la instalación de grandes superficies refrigeradas.







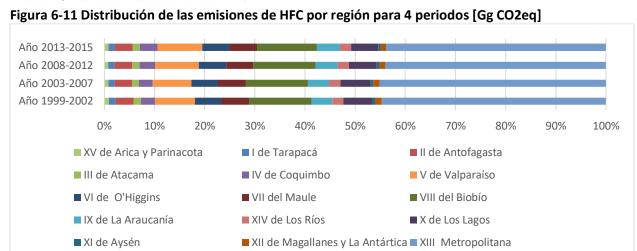


Fuente: Elaboración propia en base a datos de aduana

En la Figura 6-11 se presenta la distribución de las emisiones de HFC en 4 periodos de tiempo. En dicha figura se observa el crecimiento de la relevancia de la región metropolitana explicada por la instalación de supermercados superior al de las otras regiones.







Fuente: Elaboración propia en base a datos de aduana

6.6 Tendencia esperada por sub-aplicación

La tendencia esperada tanto del consumo como de las emisiones de HFC es al crecimiento. La magnitud de este crecimiento depende de múltiples factores tales como disponibilidad de las sustancias en los mercados internacionales⁹⁸, los efectos sustitución con otras sustancias y la demanda interna⁹⁹. Por esta razón se opta por realizar un análisis cualitativo de la tendencia, detallando por sub-aplicación, cual es la tendencia esperada tanto para consumo como para emisiones.

⁹⁸ Se espera que la enmienda de Kigali, impacte de forma importante el mercado internacional de este tipo de sustancias. Chile al ser un mercado muy pequeño es un tomador de los precios y condiciones de mercado, sin poder ejercer mayor influencia.

⁹⁹ La cual también se va a haber afectada por la implementación del HPMP y los niveles de actividad industrial





Tabla 6-3 Tendencias esperadas de consumo y emisiones por sub-aplicación

Aplicación	Sub-aplicación	Esperado Consumo	Esperado Emisiones
	Doméstica	Se espera que el consumo tienda a disminuir por el aumento de la utilización del R-600a como una alternativa. En la actualidad el 70% de los equipos importados trae dicho refrigerante, y la empresa fabricante de refrigeradores domésticos en el país ya está estudiando la posibilidad de fabricar refrigeradores que utilicen el mismo refrigerante.	Se espera un crecimiento acelerado de las emisiones producto del fin de la vida útil de los equipos. La atomicidad de los equipos y el bajo contenido de HFC de cada uno, hace pensar que no será rentable ni práctico la recuperación de estas sustancias.
Refrigeración	Comercial	En los equipos de refrigeración, ya se comienza a observar como el uso de refrigerantes en base a hidrocarburos comienza a desplazar el uso de R-404A. Sin embargo, se espera que aun pase un tiempo antes de que el consumo de HFC disminuya. En las instalaciones, Chile ya cuenta con su primer supermercado que utiliza tecnología basado en CO ₂ para la refrigeración, y se espera que dado el éxito de la experiencia se propague a nuevas instalaciones, implicando una disminución del consumo. Con la enmienda de Kigali se espera un cambio acelerado hacia las nuevas tecnologías, reemplazando al R-22 por refrigerante basados en hidrocarburos.	Se espera que en el corto plazo las emisiones continúen creciendo. Si bien nuevas tecnologías comienzan a reemplazar las opciones de R-507A, R-404A y otros refrigerantes similares como principal alternativa al R-22, aún el principal reemplazo sigue siendo los refrigerantes basados en HFC. Esto implica que el banco existente, y las fugas de este banco perdurarán por un periodo de tiempo importante.
	Industrial	En refrigeración industrial se espera que el consumo de HFC continúe aumentando, siendo elegida como la alternativa para el R-22, para la refrigeración. Alternativas como el amoníaco son ampliamente utilizadas, principalmente para tecnologías con mayor demanda de frío.	Si bien no se esperan mayores cambios en las tasas de fuga, se espera que se pueda recuperar parte del refrigerante fugado, evitando que sea liberado como emisión permitiendo una disminución de las emisiones. La tendencia al alza o a la baja dependerá de la capacidad





Aplicación	Sub-aplicación	Esperado Consumo	Esperado Emisiones		
			efectiva de la planta de recuperación.		
	Transporte	Se espera que continúe en aumento el consumo de refrigerantes con uso en transporte.	Se espera que las emisiones aumenten en la medida que aumente el banco de transporte refrigerado.		
	Estacionario	La demanda por AA ha aumentado explosivamente durante la última década. Se espera que en los próximos años la tendencia se mantenga. Cabe destacar que a diferencia de los refrigeradores los AA son percibidos como bienes superiores, y luego son más sensibles a la situación económica del país.	Se espera que en la medida que el banco de AA aumente, aumenten también las emisiones. Por lo demás, las emisiones aumentaran aun en la medida que dichos equipos comiencen a cumplir con su vida útil: 10-15 años.		
Aire Acondicionado	Móvil	La demanda por AA móvil responde principalmente a la venta de vehículos con AA. Tendencialmente se observa que la proporción de vehículos vendidos con AA aumenta año a año, aunque el volumen total de las ventas puede disminuir por temas económicos. Por otra parte, el contenido de refrigerante en cada vehículo, si bien ha ido disminuyendo con el tiempo, se observa que ha tendido a nivelarse sin grandes disminuciones. El uso de refrigerantes alternativos (R-1234yf) podría traducirse en disminuciones importantes en los próximos años. Otros usos menores, como el metro se espera que aumenten en la medida que el Metro de Santiago siga con su estrategia de climatizar los carros.	Las trayectorias base de las emisiones sigue al alza, destacando el importante banco existente que producen emisiones por fugas o liberaciones del refrigerante, como también el fin de la vida útil de muchos de los equipos. Cabe destacar que de acuerdo a varios actores del mercado, existe espacio para disminuir la tasa de liberación por medio de la educación de la población respecto a cuándo es necesario cambiar el refrigerante del AA en los vehículos.		
	Celda abierta	No se esperan cambios	<u> </u>		
Agente Espumante	Celda cerrada	Se espera un aumento importante del consumo de la mezcla HFC- 365mfc/HFC-227ea, cuyo uso principal sería el desplazamiento	Si bien se espera que las emisiones de HFC aumentan junto con el banco, se debe destacar que los niveles de		





Aplicación	Sub-aplicación	Esperado Consumo	Esperado Emisiones			
		del consumo de HCFC-141b como agente espumante. Se destaca que en el corto plazo se están haciendo reconversiones de HCFC-141b hacia HFO y ciclopentano, lo cual implicaría un crecimiento menor del consumo de HFC para agentes espumantes.	emisión durante la vida útil son menores, alcanzando niveles en torno al 5% del banco. Se estima que la vida útil de las espumas es de 50 años lo cual implica que en el largo plazo podrían ser una fuente significativa de emisiones.			
	Médico	No se esperan cambios significativos.	No se esperan cambios significativos.			
Aerosoles	No médico	En Chile el principal propelente utilizado es el gas licuado de petróleo. Se espera que el consumo de HFC en dicha subaplicación siga siendo marginal	No se esperan cambios significativos.			
Solventes	Limpieza	El uso de solventes con contenido de HFC ha aumentado en el último tiempo, especialmente en aquellos con contenido de HFC. La tasa promedio anual de los últimos 5 años ha sido 6% y se espera que se mantenga, al menos en corto plazo.	Se espera que aumenten junto con el consumo de solventes con HFC.			
Extinción de fuego	Extinción de fuego	Las importaciones de HFC-227ea y HFC-125 de los últimos años han oscilado sin presentar una tendencia clara al alza. El año 2015 se importó HFC-23 para el uso en recarga de extintores, no se cuenta con información para proyectar el comportamiento.	Las emisiones de operación continuaran creciendo junto con el banco de emisiones. Sin embargo, las tasas de uso de estos equipos son bajas. Resulta más relevante las emisiones que se producirán en la medida que los equipos cumplan con su vida útil, y si dichas sustancias podrán ser recuperadas.			
Otras Aplicaciones	Uso Medico Uso Industrial Uso como Propelente	Faltan antecedentes para poder des comporte el consumo en los próxim al consumo.	cribir como se espera que se			
, ipileaciones	Subproducto de producción de HCFC	No se esperan cambios				





7. Conclusiones

La problemática de los HFC en Chile surge por la reducción progresiva de HCFC en el país dados los compromisos realizados en el contexto del Protocolo de Montreal, lo que ha provocado un aumento sustantivo en el uso de HFC en los últimos años. A esto se suma la enmienda de Kigali (Octubre de 2016) donde se incluyeron los HFC al protocolo de Montreal, implicando futuras reducciones del consumo de este tipo de sustancias. A nivel mundial ya se habían comenzado a observar cambios en el uso de HFC por otras alternativas no SAO y de bajo o nulo PCG, aunque aún dichas tendencias no han sido incorporadas en todas las aplicaciones utilizadas a nivel nacional. Cabe destacar por ejemplo, el uso de R-600a y R-290 en aplicaciones de refrigeración doméstica y comercial.

El mercado de HFC en Chile es complejo de analizar, ya que no existe trazabilidad del HFC importado a granel para conocer su uso final. Se facilitaría para inventarios posteriores contar con información desde los importadores a los distribuidores, empresas de servicio y usuarios finales de la cantidad adquirida de HFC y su uso (carga de equipos nuevos o mantención).

En Chile, los HFC son utilizados en distintas aplicaciones, aunque la mayor parte se utiliza en aplicaciones de RAA (~ 90% para el año 2015). Sin embargo, se destacan algunos hitos respecto del uso de HFC en agente espumante, el cual ha crecido en forma importante en los últimos años; mientras en el año 2010 representa el 0,1% del consumo anual en el año 2015 representa el 5,9% del consumo anual

Respecto a la forma en que las sustancias ingresan al país, de las importaciones identificadas el año 2015, la mayor parte (76,1%) de las sustancias ingresan al país en formato a granel, mientras que un 21,9% de las sustancias entran contenidas en equipos de refrigeración o aire acondicionado. El restante 2% corresponde a HFC contenido en productos como solventes, aerosoles o extintores.

Si bien en todo el período se observan 31 sustancias (puras y mezclas) diferentes, 7 de ellas representan la mayor parte del consumo: HFC-134a, R-404A, R-507A, R-410A, R-407C, HFC-227ea y HFC-365mfc. Al año 2015 estas sustancias representan sobre el 97% del consumo anual. Si a las sustancias ya mencionadas se suma la mezcla HFC-365/HFC-227, representan sobre el 98,5% del consumo anual.

Al analizar por composición según sustancias puras se observan un total de 11 sustancias puras distintas, de las cuales 6 representan casi la totalidad del consumo: HFC-134a, HFC-125, HFC-143a, HFC-32, HFC-227ea y HFC-365mfc.

De acuerdo a las estimaciones realizadas, el banco de HFC en Chile al año 2015 estaría bordeando las 5 mil toneladas de HFC, banco que en el tiempo se convertirá en emisiones, por lo que se vuelve fundamental instalar en Chile la capacidad para recuperar y regenerar (o





destruir) estas sustancias una vez que los equipos terminen su vida útil. De otra forma, eventualmente, este banco se liberará a la atmósfera. Si a esto se suman las tasas de fugas elevadas que se tienen en la actualidad se obtienen un nivel muy significativo de emisiones.

Las emisiones provenientes de las fugas de HFC estimadas para el año 2015 están en torno a los 2.350 [2.176 – 2544] Gg CO2e. Para el año 2013 se estima 1.972 [1.818 – 2.146] Gg CO2e, equivalente a un 1,8% del total de las emisiones de GEI en Chile, de acuerdo al Informe Bienal. Dicha proporción tiene una clara tendencia al alza implicando que en el futuro pueden adquirir aún más relevancia en el contexto nacional.

Si bien no son las sub-aplicaciones con los bancos más grandes, las altas tasas de fugas hacen de la refrigeración comercial e industrial las principales fuentes de emisiones (63% del total de emisiones del sector). Una tercera fuente relevante son las emisiones asociadas al AA vehicular (20%).

El trabajo realizado buscó incluir todos los usos de HFC con sus respectivas cantidades y reducir las fuentes de incertidumbre, sin embargo, siempre hay espacios de mejora, los cuales se presentan a continuación:

- ➤ La caracterización del mercado local es dificultosa por la reticencia de actores en participar, el desconocimiento de la problemática de los actores y las dificultades para entregar información concreta. Fue necesario complementar con fuentes secundarias.
- El procesamiento de información desde el Servicio Nacional de Aduanas es demoroso y no permite una estimación directa de la carga de los equipos. Las mejoras al Arancel Aduanero realizadas a partir de este año, debieran permitir obtener una mejor calidad de información.
- No fue posible incluir dentro una estimación del HFC contenido en productos aerosoles no médicos ni dentro de las importaciones de polioles. Tampoco se cuenta con información de importaciones de ninguna partida antes del año 1999.
- ➤ El modelo actual se basa en supuestos que simplifican la realidad, agregando incertidumbre. Los principales supuestos son:
 - o La mantención anual es igual a las emisiones de operación
 - No existen transferencias interanuales
 - La mantención de la RAA por sub-aplicación sigue la misma proporción que la mantención esperada

A raíz del análisis de los resultados, y en vista del relevante potencial de crecimiento del consumo y emisiones de HFC, se puede concluir que es necesario incentivar el uso de sustancias alternativas cuyo impacto ambiental sea nulo o significativamente menor. Existe la experiencia exitosa del recambio hacia este tipo de sustancias, como el recambio por sistemas con CO2

GreenLabUCGestión y Política Ambiental DICTUC S.A.



transcrítico en dos supermercados o el reemplazo del HCFC-141b en espumas por hidrocarburos. Asimismo, dados los resultados del inventario de emisiones se observa que existe una oportunidad de reducir el consumo y las emisiones mediante la mejora de sistemas de detección de fuga en instalaciones de RAA a través de la concientización de la importancia de detectar las fugas, así como un correcto uso de incentivos permitirían una mejora importante. Los resultados del inventario apuntan a que enfocarse en las grandes superficies refrigeradas como primer actor relevante permitiría obtener grandes beneficios, pues son los principales emisores.





8. Bibliografía

- Ampho21, & MMA. (2015). Evaluación de los impactos ambientales, sociales y económicos de la impementación de la REP en Chile aplicada a los aparatos eléctricos, 6.
- Anthesis, & Caleb. (2016). HFC Emissions Report for Chile, 1–11.
- Arnie A. J. Vetter & Paul K. Ashford Caleb Management Services Limited. (2011). Developing a California Inventory for Ozone Depleting Substances (ODS) and Hydrofluorocarbon (HFC) Foam Banks and Emissions from Foams, (7).
- ASOEX. (2016). SOCIOS.
- ATS Energía. (2014). Elaboración de inventario nacional de cámaras frigoríficas y grandes superficies refrigeradas y/o climatizadas con SAO y HFC.
- Banco Central. (2017). PIB por actividad economica 2000-2016, series empalmadas, referencia 2013.
- BEHR SERVICE. (2016). Cantidad de refrigerante y de aceite para turismos, furgonetas y vehiculos industriales. 2014-15.
- Cámara Chilena de Centros Comerciales. (2017). Centros Comerciales de Chile. Retrieved July 20, 2003, from http://www.camaracentroscomerciales.cl/centros-comerciales-de-chile/
- Clodic, D., Baker, J., Chen, J., Hirata, T., Hwang, R., Kohler, J., ... Suwono, A. (2006). Mobile Air Conditioning IPCC/TEAP Special Report: Safeguarding the ozone layer and the global climate system. Safeguarding the Ozone Layer and the Global Climate System: Issues Related to Hydrofluorocarbons and Perfluorocarbons, 295–314.
- Gallagher, G., Deshpande, B., Gupta, P., & Huang, A. (2016). *California's High Global Warming Potential Gases Emission Inventory Emission Inventory: Methodology and Technical Support Document*.
- INE. (2017). ÍNDICE DE VENTAS DE SUPERMERCADOS. Retrieved March 1, 2017, from http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/estadisticas_economicas/supermercados/
- INE Chile. (2015). Compendio estadístico INE 2015. https://doi.org/978-956-323-169-4
- INN, & MMA. (2011). NCh3241/2011 Buenas Practicas en sistemas de refrigeracion y climatización.
- Institute for Research and Technical Assistance. (2011). Developing a California Inventory for Industrial Applications of Perfluorocarbons, Sulfur Hexafluoride, Hydrofluorocarbons, Nitrogen Trifluoride, Hydrofluoroethers and Ozone Depleting Substances.
- IPCC. (2006a). Capítulo 7 emisiones de los sustitutos fluorados para las sustancias que agotan la capa de ozono. Directrices Del IPCC de 2006 Para Los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero . Volumen 3: Procesos Industriales Y Uso de Productos, 1–79. Retrieved from http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/3 Volume3/V3 7 Ch7 ODS Substitutes.pdf
- IPCC. (2006b). Capítulo 7 Emisiones de los Sustitutos Fluorados para las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono. *Directrices Del IPCC de 2006 Para Los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero . Volumen 3: Procesos Industriales Y Uso de Productos,* 1–79. Retrieved from http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/3_Volume3/V3_7_Ch7_ODS_Substitutes.pdf



- IPCC. (2006c). GL 2006 Vol. 1 Ch. 3: Uncertainties. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Vol 1, 93–134.
- Maranion, B. (2015). Current and Future HFC Demand by Sectors. Bangkok.
- MMA. (2016). Segundo Informe Bienal de Actualización de Chile sobre Cambio Climático.
- MMA, PNUD, & PNUMA. (2011). Plan de gestión para la eliminación de HCFC (HPMP).
- Myrdal, P. B., Sheth, P., & Stein, S. W. (2014). Advances in metered dose inhaler technology: formulation development. *AAPS PharmSciTech*, *15*(2), 434–55. https://doi.org/10.1208/s12249-013-0063-x
- Ríos, A., Flores, V., & Cerda, O. (2013). ELABORACION DE BASES NORMATIVAS PARA UNA REGULACION APLICABLE A LA GENERACION, TECNOLOGIAS DE ELIMINACION DE SAO.
- SAG. (2010). Listado Nacional de Plantas faenadoras, (45), 35–37.
- SERNAPESCA. (2017). Listado de Frigoríficos Autorizados para Almacenar Productos Pesqueros y Acuícolas de Exportación, 1–9.
- Servicio Nacional de Aduanas. (n.d.). Arancel Adunaero Sección XVI MÁQUINAS Y APARATOS , MATERIAL ELÉCTRICO Y SUS PARTES ; APARATOS DE GRABACIÓN O REPRODUCCIÓN DE SONIDO , DE IMAGEN Y SONIDO EN TELEVISIÓN , Esta Sección no comprende : a) las correas transportadoras o de transmisión de plás, 1–59.
- Shah, R. (2009). Automotive air-conditioning systems Historical developments, the state of technology, and future trends. *Heat Transfer Engineering*, *30*(9), 720–735. https://doi.org/10.1080/01457630802678193
- SNI Chile. (2014). Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero de Chile, serie temporal 1990-2010. Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero.
- TEAP; UNEP. (2014). 2014 Assessment Report of Technology and Economic Assessment Panel.
- UN. (2016). Amendment to the Montreal Protocol on Substances that deplete de Ozone Layer. *Kigali*, (15 October 2016). Retrieved from https://treaties.un.org/doc/Publication/CN/2016/CN.872.2016-Eng.pdf
- UNEP. (2016). Amendment to the Montreal Protocol on substances that deplete the Ozone Layer, Kigal. Retrieved from https://treaties.un.org/doc/Publication/CN/2016/CN.872.2016-Eng.pdf
- UNEP. (2017). Frequently asked questions relating to the Kigali Amendment to the Montreal Protocol.
- UNEP; CCAC. (2016a). Integrated Assessment of Short-Lived Climate Pollutants in Latin America and the Caribbean.
- UNEP; CCAC. (2016b). National Hydrofluorocarbon (HFC) Inventories: A summary of the key findings from the first tranche of studies.
- UNEP Ozone Secretariat. (2015a). Fact Sheet 10 Water chillers for air-conditioning.
- UNEP Ozone Secretariat. (2015b). Fact Sheet 11 Heat Pumps (heating only).
- UNEP Ozone Secretariat. (2015c). Fact Sheet 12 Mobile air-conditioning.
- UNEP Ozone Secretariat. (2015d). Fact Sheet 13 Insulating Foam.
- UNEP Ozone Secretariat. (2015e). Fact Sheet 2 Overview of HFC Market Sectors, (October), 1–7.
- UNEP Ozone Secretariat. (2015f). Fact Sheet 2 Overview of HFC Market Sectors.
- UNEP Ozone Secretariat. (2015g). Fact Sheet 3 Domestic Refrigeration.

GreenLabUC

Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.



UNEP - Ozone Secretariat. (2015h). Fact Sheet 4 Commercial Refrigeration.

UNEP - Ozone Secretariat. (2015i). Fact Sheet 5 Industrial Refrigeration.

UNEP - Ozone Secretariat. (2015j). Fact Sheet 6 Transport Refrigeration.

UNEP - Ozone Secretariat. (2015k). Fact Sheet 7 Small Self Contained Air-Conditioning.

UNEP - Ozone Secretariat. (2015l). Fact Sheet 9 Large Air-Conditioning (air-to-air).

UNEP -Ozone secretariat. (2015). Fact Sheet 14 Aerosols.

Unidad Ozono, & ONUDI. (2017). Encuesta Sobre Alternativas a las SAO (HFC y otras).

Vollmer, M. K., Miller, B. R., Rigby, M., Reimann, S., Mühle, J., Krummel, P. B., ... Prinn, R. G. (2011). Atmospheric histories and global emissions of the anthropogenic hydrofluorocarbons HFC-365mfc, HFC-245fa, HFC-227ea, and HFC-236fa. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 116(8), 1–16. https://doi.org/10.1029/2010JD015309





9. Anexos

9.1 Detalle de importaciones, exportaciones de sustancias a granel

Tabla 9-1 Consolidado de consumo de sustancias con HFC a granel, periodo 1999-2007 [kg neto]

rabia 9-1 (T :	4000	2000	2004	2002	2002	2004	3005		
Sustancia	Tipo	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
HFC125	Imp.	-	-	-	-	5	1.000	-	1.292	3.676
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	-	-	5	1.000	-	1.292	3.676
HFC134a	Imp.	59.747	120.960	119.200	80.590	111.094	126.047	146.105	210.555	240.183
	Exp.	1	3.283	-	2.409	16.743	6.790	5.440	-	-
	Cons.	59.746	117.677	119.200	78.181	94.351	119.257	140.665	210.555	240.183
HFC152a	Imp.	-	-	-	689	-	-	-	345	-
	Exp.	-	-	-	603	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	-	86	-	-	-	345	-
HFC227ea	Imp.	1.714	4.110	5.877	11.795	4.548	6.787	6.930	9.800	9.820
	Exp.	-	-	-	-	-	-	158	-	-
	Cons.	1.714	4.110	5.877	11.795	4.548	6.787	6.772	9.800	9.820
HFC23	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	-	17
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	-	17
HFC236fa	Imp.	-	-	-	81	-	-	-	-	-
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	-	81	-	-	-	-	-
HFC245fa	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	-	18
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	-	18
HFC365mfc	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	-	8
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	-	8
HFC365mfc	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	-	15
/HFC227ea	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	-	15
HFC43-	Imp.	-	-	-	-	27	-	-	-	-
10mee	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	-	-	27	-	-	-	-
R401B	Imp.	30	-	-	-	-	-	-	-	-
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	30	-	-	-	-	-	-	-	-
R402A	Imp.	784	-	1.176	588	-	147	-	330	-
	Exp.	-	-	-	-	22	-	-	-	-
	Cons.	784	-	1.176	588	(22)	147	-	330	-
R402B	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	-	90
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	-	90
R404A	Imp.	21.926	14.849	53.565	39.009	47.549	38.445	48.506	109.163	122.178
	Exp.	-	15	516	-	1.199	1	-	-	-
	Cons.	21.926	14.834	53.049	39.009	46.350	38.444	48.506	109.163	122.178
R407C	Imp.	3.337	460	526	11.932	6.308	6.805	3.278	24.234	14.643
	Exp.	-	113	-	-	34	-	-	-	-
	Cons.	3.337	347	526	11.932	6.274	6.805	3.278	24.234	14.643
R407F	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-

GreenLabUC

Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.



Sustancia	Tipo	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R408A	Imp.	1.386	3.235	3.235	3.235	-	-	289	288	289
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	1.386	3.235	3.235	3.235	-	-	289	288	289
R410A	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	5.805	3.618
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	5.805	3.618
R417A	Imp.	-	-	-	-	-	33	-	-	-
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	-	-	-	33	-	-	-
R422D	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R425A	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R427A	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R437A	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	_	-
	Exp.	_	-	_	_	_	_	_	_	_
	Cons.	_	_	_	-	-	-	-	_	_
R438A	Imp.	_	_	_	_	_	_	_	_	_
11-30/1	Exp.	_	_	_	_	_	_	_	_	_
	Cons.	_	_	_	_	_	_	_	_	_
R503	Imp.	2	-	-	-	-	_	-	_	_
11303	Exp.	-	-	_	-	-	_	_	-	-
	Cons.	2	-	_	-	<u>_</u>	_	_	_	_
R507A	Imp.	_	_	3.928	1.019	1.587	6.749	2.489	16.451	9.506
N307A	Exp.	_	_	3.320	-	1.507	0.743	- 2.403	- 10.431	5.500
	Cons.	-	-	3.928	1.019	1.587	6.748	2.489	16.451	9.506
R508B	Imp.	-	-	3.326	- 1.019	-	2	2.48 3	- 10.431	9.300
KJOOD	Exp.	_	_	_	_	_		-	_	-
	Cons.	-		-	-	-	2	4	-	4
Chesterton		-	_	_	-	_	-	-	1.049	859
296	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	1.049	-
290	Exp.									
Genesolv ST	Cons.	-	-	-	-	-	-	- 20	1.049	859
Genesolv 31	Imp.	-	-	-	-	-	-	29	118	-
	Exp.								110	
Inna an 22	Cons.	-	-	-	-	-	-	29	118	-
Isceon 89	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ехр.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LDC 44.5	Cons.	-	-	-	-	-	4.62	-	-	-
LPS 416	Imp.	-	-	-	-	-	162	198	309	687
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	-	-	-	162	198	309	687
Total	lmp.	88.926	143.614	187.507	148.938	171.118	186.177	207.828	379.739	405.611
	Exp.	1	3.411	516	3.012	17.998	6.792	5.598		-
	Cons.	88.925	140.203	186.991	145.926	153.120	179.385	202.230	379.739	405.611

Fuente: Elaboración propia en base a partidas arancelarias 29.03 y 38.24 de Aduanas

GreenLabUC

Gestión y Política Ambiental DICTUC S.A.



Tabla 9-2 Cálculo del consumo de sustancias con HFC a granel, periodo 2007-2015 [kg neto]

Tabla 9-2 Ca									
Sustancia	Tipo	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HFC125	Imp.	3.712	6.029	1.867	3.273	2.151	1.100	4.414	6.045
	Exp.	-	-	-	_	-	-	-	-
	Cons.	3.712	6.029	1.867	3.273	2.151	1.100	4.414	6.045
HFC134a	Imp.	233.849	256.991	369.901	414.342	344.469	410.999	500.941	437.965
	Exp.	-	664	-	877	32	324	2.039	1.460
	Cons.	233.849	256.327	369.901	413.465	344.437	410.675	498.902	436.505
HFC152a	Imp.	845	2.459	3.182	1.529	976	3.651	1.982	4.760
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	845	2.459	3.182	1.529	976	3.651	1.982	4.760
HFC227ea	Imp.	14.275	20.068	21.269	46.658	43.818	20.001	30.047	32.511
	Exp.	112	104	-	-	-	-	2.000	-
	Cons.	14.163	19.964	21.269	46.658	43.818	20.001	28.047	32.511
HFC23	Imp.	-	5	-	46	135	25	-	279
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	5	-	46	135	25	-	279
HFC236fa	Imp.	-	-	-	-	-	-	27	-
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	-	-	-	-	27	-
HFC245fa	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	-
HFC365mfc	Imp.	975	960	960	1.920	-	40.320	19.200	76.800
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	975	960	960	1.920	-	40.320	19.200	76.800
HFC365mfc	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	19.200
/HFC227ea	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	19.200
HFC43-	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	-
10mee	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	-
R401B	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	-
R402A	Imp.	-	-	880	1.465	-	-	-	-
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	880	1.465	-	-	-	-
R402B	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	-
R404A	Imp.	185.245	112.136	209.456	230.161	234.749	201.848	239.044	164.412
	Exp.	436	22	104	303	11	-	5.402	7.177
	Cons.	184.809	112.114	209.352	229.858	234.738	201.848	233.642	157.235
R407C	Imp.	19.328	32.098	39.051	75.485	26.598	43.235	64.352	36.052
	Exp.	305	302	453	439	1.130	-	-	-
	Cons.	19.023	31.796	38.598	75.046	25.468	43.235	64.352	36.052
R407F	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	907
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	907
R408A	Imp.	-	2.584	3.813	2.542	3.928	-	693	2.253
	Exp.	-	2.304	35	2.572	3.328	-	-	
	Cons.	_	2.584	3.778	2.542	3.891	-	693	2.253
R410A	Imp.	2.825	19.381	31.604	70.299	61.227	130.503	128.686	125.809
11-71-0/1	mip.	2.023	15.561	31.004	10.233	01.221	130.303	120.000	123.003



Sustancia	Tipo	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	Exp.	-	-	-	-	-	50	50	-
	Cons.	2.825	19.381	31.604	70.299	61.227	130.453	128.636	125.809
R417A	Imp.	-	-	1.178	3.904	-	548	8.759	5.349
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	55
	Cons.	-	-	1.178	3.904	-	548	8.759	5.294
R422D	Imp.	-	-	24	-	-	-	-	876
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	24	-	-	-	-	876
R425A	Imp.	-	-	-	-	-	-	13.680	-
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	-	-	-	-	13.680	-
R427A	Imp.	-	-	-	9.072	-	-	-	-
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	-	9.072	-	-	-	-
R437A	Imp.	-	-	-	-	-	-	1.791	-
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	-	-	-	-	1.791	-
R438A	Imp.	-	-	-	-	-	1.331	11.533	454
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	7.540
	Cons.	-	-	-	-	-	1.331	11.533	(7.086)
R503	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	-
R507A	Imp.	34.763	42.448	90.649	178.936	215.664	237.616	298.298	343.283
	Exp.	904	3.164	1.808	3.935	9.718	-	-	565
	Cons.	33.859	39.284	88.841	175.001	205.946	237.616	298.298	342.718
R508B	Imp.	8	-	10	25	-	-	24	12
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	8	-	10	25	-	-	24	12
Chesterton	Imp.	236	1.108	24	244	531	-	-	-
296	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	236	1.108	24	244	531	-	-	-
Genesolv ST	Imp.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	-	-	-	-	-	-
Isceon 89	Imp.	-	-	14	-	-	-	-	-
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	-	-	14	-	-	-	-	-
LPS 416	Imp.	785	1.804	1.784	1.267	1.467	2.497	-	-
	Exp.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cons.	785	1.804	1.784	1.267	1.467	2.497	-	-
Total	Imp.	496.846	498.071	775.666	1.041.168	935.713	1.093.674	1.323.471	1.256.967
	Exp.	1.757	4.256	2.400	5.554	10.928	374	9.491	16.797
	Cons.	495.089	493.815	773.266	1.035.614	924.785	1.093.300	1.313.980	1.240.170

Fuente: Elaboración propia en base a partidas arancelarias 29.03 y 38.24 de Aduanas





- **10.** Anexos Digitales
- 10.1 Anexo 1 BD sustancias a granel
- 10.2 Anexo 2 Fichas
- 10.3 Anexo 3 BD resultados HFC
- 10.4 Anexo 4 Minutas reuniones presenciales
- 10.5 Anexo 5 Entrevistas telefónicas
- 10.6 Anexo 6 Manual de procedimientos
- 10.7 Anexo 7 Referencias