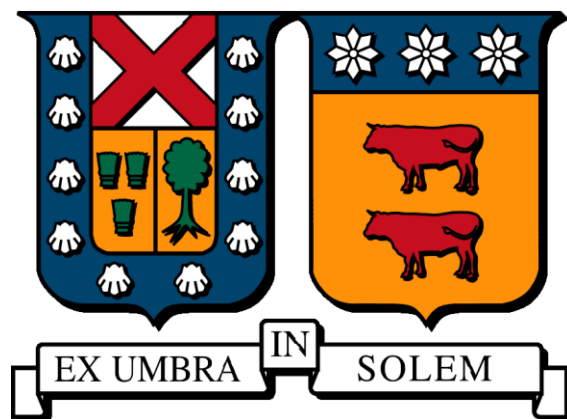


Universidad Técnica Federico Santa María
Departamento de Ingeniería Química y Ambiental
Valparaíso-Chile



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Catalina Constansa Galleguillos Mota

Memoria para optar al Título de Ingeniero Civil Ambiental

Profesor Guía: Dr. Henrik Hansen

Agosto 2011



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

AGRADECIMIENTOS

A todos los que confiaron en mí, mi familia, mi hijo, la Empresa de Ferrocarriles del Estado y todas las citadas en el presente trabajo.



RESUMEN

El presente estudio propone, luego de la evaluación técnica y económica de dos alternativas, un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB ubicados dentro de las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

La situación actual de las 25 Subestaciones Eléctricas, desde la Región Metropolitana a la Novena Región, es que encontramos tres tipos de pasivos ambientales y equipos operativos potencialmente contaminados con PCB, las cantidades de cada uno están en forma aleatoria encontrándose la mayor cantidad de pasivos en la Séptima Región y la mayor cantidad de equipos en las regiones Octava y Novena.

Los tres tipos de pasivos indicados en el párrafo anterior son: pasivos ambientales contaminados con PCB, No Contaminados con PCB y Sin Análisis, lo que cuantitativamente corresponde al 17%, 38% y 45% respectivamente dentro de un total de 50.060 L de aceite dieléctrico contenido en equipos y tambores en calidad de residuos. Finalmente dentro de los porcentajes de los Pasivos Ambientales Contaminados con PCB y No Contaminados con PCB, el 100 % corresponde a equipos eléctricos, mientras que los Pasivos Ambientales Sin Análisis corresponde un 70% a tambores (200 L) y un 30% a equipos eléctricos.

Luego los equipos operativo incluidos son todos aquellos que se encuentran potencialmente contaminados sin análisis, vale decir, todos aquellos en los cuales su fecha de fabricación es anterior al año 1982, y además los condensadores los cuales poseen la mayor concentración de PCB, razón por la cual su disposición debe ser en países autorizados para su incineración, el procedimiento de exportación, está normado por el Convenio de Basilea.

El Plan de Manejo propuesto, es el que comparativamente tiene menor costo y es técnicamente viable, supone la utilización de tecnología internacional (Italiana con representantes en Argentina), proceso que a la vez descontamina los pasivos y realiza el mantenimiento de los equipos, disposición final con tecnología nacional para los condensadores y reciclaje de los pasivos no contaminados, en resumen se descompone en cuatro diferentes tipos de manejos, los cuales se visualizan en la siguiente figura N 1:



Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB

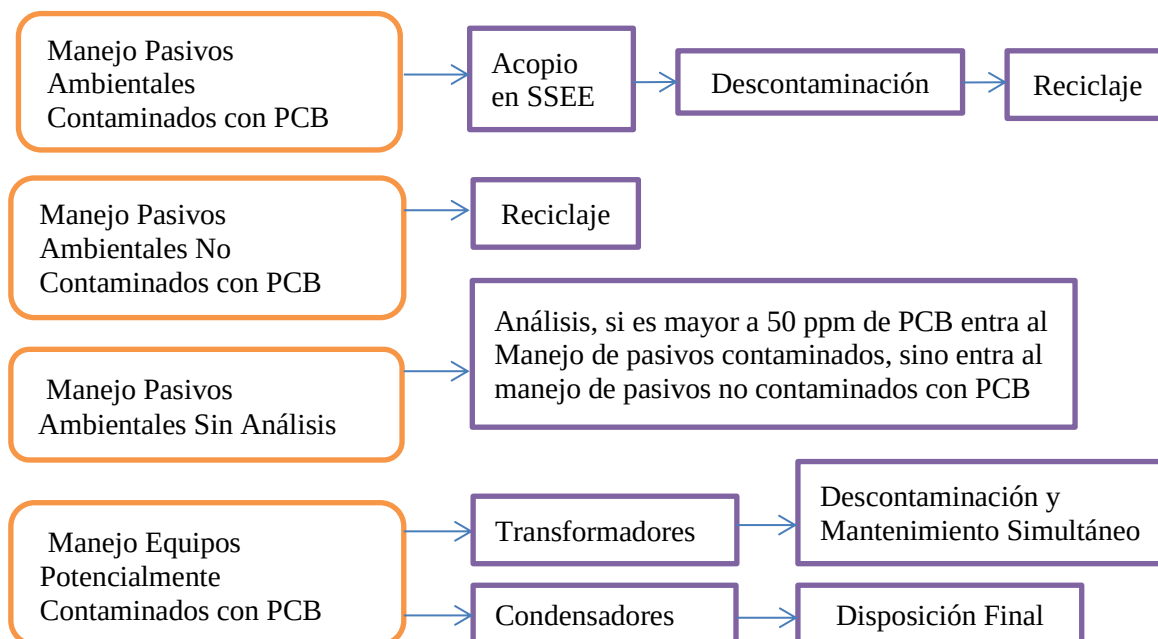


Figura 1: Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.

Luego en la siguiente tabla N° 1 se indican el numero de fases progresivas en las cuales esta construido el plan, el objetivo de cada una, el plazo estimado para su realizacion y el costo asociado.

Fase	Objetivo	Plazo (años)	Costo (UF)
1	Regularización Sexta Región.	1,5	1 559,4
2	Regularización Septima Región.	1,5	1 448,6
3	Regularización Octava Región.	1,5	1 409,5
4	Regularización Novena Región.	1,5	643,2
5	Descontaminación y Mantenimiento Simultáneo	3	35 113,8
---	Total	9	40 174,5

Tabla 1 Fases del Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.

Cada fase tiene asociado el cumplimiento de etapas corelativo a cada región. A continuación se muestra la tabla N° 2 con los objetivos de cada etapa para las cuatro primeras fases, luego la ultima fase considera la descontaminacion de todos los pasivos ambientales contaminados ubicados en los Sitios de Acopio Temporal y el Mantenimiento de todos los Equipos Operativos Potencialmente Contaminados con PCB.

Etapa	Metas Por Etapa
1	Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Sin Análisis
2	Habilitación del Sitio de Acopio Temporal
3	Transporte y Acopio de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB en el Sitio de Acopio Temporal
4	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB
5	Disposición Final de los Condensadores

Tabla 2: Etapas del Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.



INDICE

CAPITULO I: Introducción	1
Introducción.....	1
Objetivo	2
Objetivos Específicos	2
CAPITULO II: Antecedentes Generales	3
Antecedentes de la Empresa de Ferrocarriles del Estado EFE	3
Antecedentes de los Bifenilos Policlorados (PCB)	11
Marco Legal Aplicable al Manejo de Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB.....	19
CAPITULO III: Descripción de las Alternativas para el Plan de Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en las SSEE EFE y Equipos Contaminados con PCB.	29
Metodología.....	32
Estructura 1.....	33
Descripción Fases (1- 4).	34
Etapa 1: Muestreo de los Pasivos Ambientales Sin Análisis de PCB.	34
Etapa 2: Habilitación del Sitio de Acopio Temporal Regional.	35
Etapa 3. Transporte y Acopio de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB al Sitio de Acopio Temporal.	37
Etapa 4: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE.....	38
Etapa 5: Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE	39
Descripción Fase 5: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en los sitio de acopio temporal regional y Mantenición de los equipos operativos potencialmente contaminados con PCB.	39
Descripción de la Tecnología CDP PROCESS (SEA MARCONI GROUP).	41
Estructura 2:.....	44
Descripción Fases (1-4).....	45
Etapa 1: Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Sin Análisis.....	45
Etapa 2: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB en las SSEE.	45
Etapa 3: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en las SSEE.	46
Etapa 4: Descontaminación de los Equipos Operativos Contaminados con PCB..	46
Descripción de la Tecnología Decloración. (Transformadores CH)	46
Etapa 5: Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE.	49
Marco Legal Estructuras 1 y 2.....	49



CAPITULO IV: Evaluación Técnica y Económica del Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en las SSEE EFE y Equipos Contaminados con PCB.

.....	50
Primera Estructura	50
Fase 1: Regularización de la Sexta Región.	50
Etapa 1: Muestreo de los equipos sin análisis en las SSEE comprendidas en la sexta región.....	50
Etapa 2: Habilitación del Sitio de Acopio Temporal N° 1	51
Etapa 3: Transporte y Acopio de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB al Sitio de Acopio Temporal.	55
Etapa 4: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Sexta región.	56
Etapa 5: Disposición Final de los condensadores ubicados en las SSEE comprendidas en la Sexta Región.....	60
Costo Fase 1: Regularización Sexta Región.....	61
Fase N° 2: Regularización de la Séptima Región.....	61
Etapa 1: Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Sin Análisis en las SSEE comprendidas en la Séptima Región.	61
Etapa 2: Habilitación del Sitio de Acopio Temporal N° 2.	62
Etapa 3: Transporte y Acopio de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB al Sitio de Acopio Temporal.	67
Etapa 4: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Séptima Región.	68
Etapa 5: Disposición Final de los condensadores ubicados en las SSEE comprendidas en la Séptima Región.	72
Costo Fase 2: Regularización Séptima Región	73
Fase N° 3: Regularización de la Octava Región.	74
Etapa 1: Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos sin análisis en las SSEE comprendidas en la octava región.	74
Etapa 2: Habilitación del Sitio de Acopio Temporal N° 3.	74
Etapa 3: Transporte y Acopio de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB al sitio de Acopio Temporal N° 3.	79
Etapa 4: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Octava Región.	80
Etapa 5: Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE comprendidas en la Octava Región.	86
Costo Fase 3: Regularización Octava Región.	87
Fase N° 4: Regularización de la Novena Región.	87
Etapa 1: Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Sin Análisis en las SSEE comprendidas en la Novena Región.	87
Etapa 2: Habilitación del Sitio de Acopio Temporal N° 4.	88



Etapa 3: Transporte y Acopio de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB al Sitio de Acopio Temporal N° 4.....	91
Etapa 4: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Novena Región.	92
Etapa 5: Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE comprendidas en la Novena Región.	95
Costo Fase 4: Regularización Novena Región.	96
Fase 5: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en los Sitio de Acopio Temporal Regional y Mantención de los Equipos Operativos Potencialmente Contaminados con PCB.....	96
Etapa 1: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en el Sitio de Acopio Temporal N° 1 y Mantención (descontaminación) de los Equipos Operativos Potencialmente Contaminados con PCB ubicados en la Sexta Región.	97
Etapa 2: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en el Sitio de Acopio Temporal N° 2 y Mantención (descontaminación) de los Equipos Operativos Potencialmente Contaminados con PCB ubicados en la Séptima Región.....	101
Etapa 3: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en el Sitio de Acopio Temporal N° 3 y Mantención (descontaminación) de los Equipos Operativos Potencialmente Contaminados con PCB ubicados en la Octava Región.	105
Etapa 4: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en el Sitio de Acopio Temporal N° 4 y Mantención (descontaminación) de los Equipos Operativos Potencialmente Contaminados con PCB ubicados en la Novena Región.	111
Costo Fase 5: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en los Sitio de Acopio Temporal Regional y Mantención de los Equipos Operativos Potencialmente Contaminados con PCB.	114
Resumen Estructura 1.....	115
Segunda Estructura	116
Fase N° 1: Regularización de la Sexta Región.	116
Etapa 1: Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Potencialmente Sin Análisis en las SSEE comprendidas en la Sexta Región.	116
Etapa 2: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB en las SSEE ubicadas en la Sexta Región.	117
Etapa 3: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Sexta Región.	118
Etapa 4: Descontaminación y Mantenimiento Simultáneo de los Equipos Contaminados con PCB ubicados en las SSEE de la Sexta Región.	122
Etapa 5: Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE comprendidas en la Sexta Región.....	122
Costo Fase 1: Regularización Sexta Región.....	123



Fase N° 2: Regularización de la Séptima Región.....	124
Etapa 1: Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Potencialmente Sin Análisis en las SSEE comprendidas en la Séptima Región..	124
Etapa 2: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB en las SSEE ubicadas en la Séptima Región.	124
Etapa 3: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Séptima Región.	126
Etapa 4: Descontaminación y Mantenimiento Simultáneo de los Equipos.....	131
Contaminados con PCB ubicados en la Séptima Región.	131
Etapa 5: Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE comprendidas en la Séptima Región.	131
Costo Fase 2: Regularización Séptima Región.	132
Fase N° 3: Regularización de la Octava Región.	133
Etapa 1: Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Potencialmente Sin Análisis en las SSEE comprendidas en la Octava Región....	133
Etapa 2: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Octava Región.	134
Etapa 3: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Octava Región.	135
Etapa 4: Descontaminación y Mantenimiento Simultáneo de los Equipos Contaminados con PCB ubicados en la Octava Región.	142
Etapa 5: Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE comprendidas en la Octava Región.	142
Costo Fase 3: Regularización Octava Región.	143
Fase N° 4: Regularización de la Novena Región.	144
Etapa 1: Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Potencialmente Sin Análisis en las SSEE comprendidas en la Novena Región. .	144
Etapa 2: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Novena Región.	145
Etapa 3: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Novena Región.	146
Etapa 4: Descontaminación y Mantenimiento Simultaneo de los equipos contaminados con PCB ubicados en la Novena Región.....	149
Etapa 5: Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE comprendidas en la Novena Región.	149
Costo Fase 4: Regularización Novena Región.	150
Resumen Estructura 2.....	151
CONCLUSIONES.....	160
CAPITULO VI: Referencias.	161
CAPITULO VII: Anexos.	162



INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Fases del Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.....	iv
Tabla 2: Etapas del Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.....	iv
Tabla 3: Equipos operativos potencialmente contaminados con PCB, dentro del Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en las SSEE EFE y Equipos Contaminados con PCB.....	6
Tabla 4: Pasivos Ambientales Contaminados con PCB. (Con informe de laboratorio)...	7
Tabla 5: Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB (con informe de laboratorio o sin contenido de aceite).	9
Tabla 6: Pasivos Ambientales Sin Análisis.	11
Tabla 7: Tratamientos para la Eliminación de los PCB.....	19
Tabla 8: Objetivos del Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.....	29
Tabla 9: Fases, Estructura 1, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB.....	33
Tabla 10: Etapas, Estructura 1, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.....	34
Tabla 11: Fases 1, 2, 3 y 4 para la regulación de las regiones sexta, séptima, octava y novena respectivamente de la estructura 1. Para el Plan de Manejo de Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.	34
Tabla 12: Parámetros y Criterios para determinar los Sitios de Acopio Temporal para cada región.....	36
Tabla 13: Fase 5, Estructura 1, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.....	39
Tabla 14: Fases Estructura 2, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.....	45
Tabla 15: Etapas Estructura 2, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.....	45
Tabla 16: Fases 1, 2, 3 y 4 para las regiones sexta, séptima, octava y novena respectivamente, Estructura 2, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.....	45
Tabla 17 Fase 1, Estructura 1, Plan de Manejo Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.....	50
Tabla 18 Costos de Muestreo de Equipos y Análisis del Aceite dieléctrico contenido en ellos. Anexo N° 4, Cotización N° 94, Empresa HIDRONOR. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.....	50
Tabla 19 Costos de Muestreo y Análisis para los Pasivos Ambientales Sin Análisis ubicados en las SSEE de las Regiones Sexta y Metropolitana. Los Números de Serie y la ubicación de los equipos por SSEE, se encuentra en el Anexo N°1.	50
Tabla 20 Aspectos Significativos para la Selección del Sitio de Acopio Temporal en la Sexta Región.....	52
Tabla 21 Total de Pasivos Ambientales para Almacenar en el Sitio de Acopio Temporal N° 1, ubicado en la Sexta Región.	53
Tabla 22 Dimensiones del Sitio de Acopio Temporal N° 1, ubicado en la Sexta Región.	53
Tabla 23 Costos para la Construcción del Sitio de Acopio Temporal N° 1, ubicado en la Sexta Región.....	53



Tabla 24 Hoja de Cálculos para el Área del Sitio de Acopio Temporal N° 1, ubicado en la Sexta Región.....	54
Tabla 25 Costos asociados al Transporte de Residuos Peligrosos desde las SSEE ubicadas en las Sexta Región y la Región Metropolitana. Anexo N° 4, Cotización N° 14199, Empresa HIDRONOR.	55
Tabla 26 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales Contaminados y Sin Análisis al Sitio de Acopio Temporal N° 1. La cantidad de equipos que acomodan sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.....	55
Tabla 27 Valorización de Pasivos Ambientales ubicados en las Regiones Metropolitana y Sexta. Los Datos de los equipos se encuentren en el Anexo N° 1.	56
Tabla 28 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, Valorizables desde las SSEE ubicadas en la Sexta Región hasta la Región Metropolitana. La Cantidad de equipos que pueden ser acomodados por pallet se encuentra en el Anexo N° 1. Costo de transporte, ver Tabla N° 25.....	57
Tabla 29 Beneficio de la Valorización de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB ubicados en las SSEE de la Sexta Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	57
Tabla 30 Peso Total de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Sexta Región. El Peso Unitario de los Equipos se encuentra en el Anexo N°1.	58
Tabla 31 Costo asociados a la Disposición Final de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Sexta Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	58
Tabla 32 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, No Valorizables desde las SSEE ubicadas en la Sexta Región hasta la Región Metropolitana. La cantidad de equipos que pueden ser acomodados sobre un pallet se encuentra en el anexo N°1. El Costo del transporte, ver tabla N° 25.....	59
Tabla 33 Costo asociados a la Disposición Final más el Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Sexta Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.....	59
Tabla 34 Costo Total Etapa N° 4 “Manejo Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB” en las SSEE de la Sexta Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	59
Tabla 35 Costo asociado a la Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Sexta Región. Valor Euro Fecha: 15/04/2011: \$682, 43. Valor UF Fecha: 14/0/2011: 21 619.	60
Tabla 36 Costo asociado al Transporte de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Sexta Región. La cantidad de equipos que pueden ser acomodados por pallet se encuentra en el Anexo N° 1.....	60
Tabla 37 Costo Total Fase N° 1 “Regularización Sexta Región”, Estructura 1, Plan de Manejo Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.....	61
Tabla 38 Fase 2, Estructura 1, Plan de Manejo Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.....	61
Tabla 39 Costos de Muestreo y Análisis para los Pasivos Ambientales Sin Análisis ubicados en las SSEE de la Séptima Región. Los Números de Serie y la ubicación de los equipos por SSEE, se encuentra en el Anexo N°1.	62
Tabla 41 Aspectos Significativos para la Selección del Sitio de Acopio Temporal en la Séptima Región.	64
Tabla 43 Total de Pasivos Ambientales para Almacenar en el Sitio de Acopio Temporal N° 2, ubicado en la Séptima Región.....	64



Tabla 44 Dimensiones del Sitio de Acopio Temporal N° 2, ubicado en la Séptima Región.....	65
Tabla 45 Costos para la Construcción del Sitio de Acopio Temporal N° 2, ubicado en la Séptima Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	65
Tabla 42 Hoja de Cálculos para el Área del Sitio de Acopio Temporal N° 2, ubicado en la Séptima Región.....	66
Tabla 46 Costos asociados al Transporte de Residuos Peligrosos desde las SSEE ubicadas en las Séptima Región. Anexo N° 4, Cotización N° 14199, Empresa HIDRONOR. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	67
Tabla 47 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales Contaminados y Sin Análisis al Sitio de Acopio Temporal N° 2. La cantidad de equipos que se acomodan sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.	67
Tabla 48 Valorización de Pasivos Ambientales ubicados en la Séptima Región. Especificaciones Técnicas de los Equipos Eléctricos en Anexo N°1.....	69
Tabla 49 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, Valorizables ubicados en la Séptima Región. (El transporte considera desde las SSEE de la Séptima Región hasta la Región Metropolitana). La cantidad de equipos que pueden ser acomodados por pallet se encuentra en el Anexo N° 1. . Costo de transporte, ver Tabla N° 45.....	70
Tabla 50 Beneficio de la Valorización de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB ubicados en las SSEE de la Séptima Región Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	70
Tabla 51 Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Séptima Región. El peso unitario de los equipos se encuentra en el anexo N° 1.	71
Tabla 52 Costo asociados a la Disposición Final de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Séptima Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	71
Tabla 53 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, No Valorizables ubicados en la Séptima Región. (El transporte considera desde las SSEE de la Séptima Región hasta la Región Metropolitana).	72
Tabla 54 Costo asociados a la Disposición Final más el Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Séptima Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	72
Tabla 55 Costo Total Etapa N° 4 “Manejo Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB” en las SSEE de la Séptima Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.....	72
Tabla 56 Costo asociado a la Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Séptima Región. Valor Euro Fecha: 15/04/2011: \$682, 43. Valor UF Fecha: 14/0/2011: 21 619. Peso Unitario en Anexo N°1.	73
Tabla 57 Costo asociado al Transporte de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Séptima Región. La cantidad de equipos que se acomodan sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.....	73
Tabla 58 Costo Total Fase N° 2 “Regularización Séptima Región”, Estructura 1, Plan de Manejo Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.....	73
Tabla 59 Fase 3, Estructura 1, Plan de Manejo Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.....	74
Tabla 60 Costos de Muestreo y Análisis para los Pasivos Ambientales ubicados en la Octava Región, Estructura 1, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.....	74



Tabla 61 Aspectos Significativos para la Selección del Sitio de Acopio Temporal en la Octava Región.	76
Tabla 62 Hoja de Cálculos para el Área del Sitio de Acopio Temporal N° 3, ubicado en la Octava Región.	77
Tabla 63 Total de Pasivos Ambientales para Almacenar en el Sitio de Acopio Temporal N° 3, ubicado en la Octava Región.	78
Tabla 64 Dimensiones del Sitio de Acopio Temporal N° 3, ubicado en la Octava Región.....	78
Tabla 65 Costos asociados al Transporte de Residuos Peligrosos desde las SSEE ubicadas en las Octava Región. Anexo N° 4, Cotización N° 14199, Empresa HIDRONOR. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	78
Tabla 66 Costos para la Construcción del Sitio de Acopio Temporal N° 2, ubicado en la Octava Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	79
Tabla 67 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales Contaminados y Sin Análisis al Sitio de Acopio Temporal N° 3. La cantidad de equipos que se acomodan sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.	79
Tabla 68 Valorización de Pasivos Ambientales ubicados en la Octava Región. Especificaciones Técnicas de los Equipos Eléctricos en Anexo N°1.....	81
Tabla 69 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, Valorizables ubicados en la Octava Región. (El transporte considera desde las SSEE de la Octava Región hasta la Región Metropolitana). La cantidad de equipos que se pueden acomodar sobre un pallet se encuentra en el Anexo N°1. Costo de transporte, ver Tabla N° 65.....	82
Tabla 70 Beneficio de la Valorización de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB ubicados en las SSEE de la Octava Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	83
Tabla 71 Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Octava Región. El peso unitario de los equipos se encuentra en el anexo N° 1.	84
Tabla 72 Costo asociados a la Disposición Final de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Octava Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619	84
Tabla 73 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, No Valorizables ubicados en la Octava Región. (El transporte considera desde las SSEE de la Octava Región hasta la Región Metropolitana). La cantidad de equipos que pueden ser acomodados sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1....	85
Tabla 74 Costo asociados a la Disposición Final más el Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Octava Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	85
Tabla 75 Costo Total Etapa N° 4 “Manejo Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB” en las SSEE de la Octava Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.....	86
Tabla 76 Costo asociado a la Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Octava Región. Valor Euro Fecha: 15/04/2011: \$682, 43. Valor UF Fecha: 14/0/2011: 21 619. Peso Unitario en Anexo N°1.	86
Tabla 77 Costo asociado al Transporte de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Octava Región. La cantidad de equipos que pueden ser acomodados sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.....	86
Tabla 78 Costo Total Fase N° 3 “Regularización Octava Región”, Estructura 1, Plan de Manejo Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.....	87



Tabla 79 Fase 4, Estructura 1, Plan de Manejo Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.....	87
Tabla 80 Costos de Muestreo y Análisis para los Pasivos Ambientales ubicados en la Novena Región, Estructura 1, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.....	88
Tabla 81 Aspectos Significativos para la Selección del Sitio de Acopio Temporal en la Novena Región.	89
Tabla 82 Total de Pasivos Ambientales para Almacenar en el Sitio de Acopio Temporal N° 4, ubicado en la Novena Región.	90
Tabla 83 Dimensiones del Sitio de Acopio Temporal N° 4, ubicado en la Novena Región.....	90
Tabla 84 Hoja de Cálculos para el Área del Sitio de Acopio Temporal N° 4, ubicado en la Novena Región.	90
Tabla 85 Costos para la Construcción del Sitio de Acopio Temporal N° 4, ubicado en la Novena Región.	91
Tabla 86 Costos asociados al Transporte de Residuos Peligrosos desde las SSEE ubicadas en las Novena Región. Anexo N° 4, Cotización N° 14199, Empresa HIDRONOR. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	91
Tabla 87 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales Contaminados y Sin Análisis al Sitio de Acopio Temporal N° 4. La cantidad de equipos que se acomodan sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.	92
Tabla 88 Valorización de Pasivos Ambientales ubicados en la Novena Región. Especificaciones Técnicas de los Equipos Eléctricos en Anexo N°1.....	93
Tabla 89 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, Valorizables ubicados en la Novena Región. (El transporte considera desde las SSEE de la Novena Región hasta la Región Metropolitana). La Cantidad de equipos que se acomodan sobre un pallet se encuentra en el	93
Tabla 90 Beneficio de la Valorización de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB ubicados en las SSEE de la Novena Región Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	93
Tabla 91 Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Octava Región. Especificaciones Técnicas de los Equipos Eléctricos en Anexo N°1.	94
Tabla 92 Costo asociados a la Disposición Final de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Novena Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	94
Tabla 93 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, No Valorizables ubicados en la Novena Región. (El transporte considera desde las SSEE de la Novena Región hasta la Región Metropolitana. La Cantidad de equipos que se acomodan sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1. Costo de transporte, ver Tabla N° 86	94
Tabla 94 Costo asociados a la Disposición Final más el Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Novena Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	94
Tabla 95 Costo Total Etapa N° 4 “Manejo Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB” en las SSEE de la Novena Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	94
Tabla 96 Costo asociado a la Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Novena Región. Valor Euro Fecha: 15/04/2011: \$682, 43. Valor UF Fecha: 14/0/2011: 21 619. Peso Unitario en Anexo N°1.	95



Tabla 97 Costo asociado al Transporte de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Novena Región. La Cantidad de equipos que se acomodan sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1. Costo de transporte (Tabla N° 86.....	95
Tabla 98 Costo Total Fase N° 4 “Regularización Novena Región”, Estructura 1, Plan de Manejo Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.....	96
Tabla 99 Fase 5, Estructura 1, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.....	96
Tabla 100 Costo Asociado a la Descontaminación y Mantenimiento Simultaneo de los Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, ubicados en la Sexta Región. Las tablas, con el detalle de los Pasivos Ambientales Contaminados con PCB y Sin Análisis ubicados en las SSEE de la Sexta Región y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, ubicados en las SSEE de la Sexta Región, se encuentran en el Anexo N° 1.	97
Tabla 101 Valorización de los Pasivos Ambientales Reclasificados como Libres de PCB, ubicados en la Sexta Región. Nota: Los tambores con aceite dieléctrico libre de PCB, no presenta ni beneficio ni costo en su disposición final, ya que, empresas como HIDRONOR lo aceptan de manera gratuita para la elaboración de combustibles. Con respecto a los equipos, las empresas dedicadas a su reciclaje compran a \$ 500/ KVA y/o \$ 50/ kg.	98
Tabla 102 Costos asociados al Transporte de Residuos Peligrosos desde las SSEE ubicadas en la Sexta Región. Anexo N° 4, Cotización N° 14199, Empresa HIDRONOR. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	98
Tabla 103 Costo asociado al Transporte de los Pasivos Ambientales Valorizables Reclasificados como Libres de PCB, en la Sexta Región. La cantidad de equipos que se acomodan sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.	99
Tabla 104 Pasivos Ambientales Reclasificados como Libres de PCB, No Valorizables, ubicados en la Sexta Región. El peso unitario de los equipos se encuentra en el Anexo N° 1.....	99
Tabla 105 Costo asociado al Transporte de los Pasivos Ambientales No Valorizables Reclasificados como Libres de PCB, ubicados en la Sexta Región. La Cantidad de equipos que se puede acomodar sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1. Costo de transporte, ver Tabla N° 102.	100
Tabla 106 Costo Etapa N° 1, Fase N° 5, Estructura 1, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB.....	100
Tabla 107 Costo Asociado a la Descontaminación y Mantenimiento Simultaneo de los Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, ubicados en la Séptima Región. Las tablas, con el detalle de los Pasivos Ambientales Contaminados con PCB y Sin Análisis ubicados en las SSEE de la Séptima Región y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, ubicados en las SSEE de la Séptima Región, se encuentran en el Anexo N 1.	101
Tabla 108 Valorización de los Pasivos Ambientales Reclasificados como Libres de PCB, ubicados en la Séptima Región. Nota: Los tambores con aceite dieléctrico libre de PCB, no presenta ni beneficio ni costo en su disposición final, ya que, empresas como HIDRONOR lo aceptan de manera gratuita para la elaboración de combustibles. Con respecto a los equipos, las empresas dedicadas a su reciclaje compran a \$ 500/ KVA y/o \$ 50/ kg. Las características de los equipos se encuentran en el en Anexo N°1.	102
Tabla 109 Costos asociados al Transporte de Residuos Peligrosos desde las SSEE ubicadas en las Séptima Región. Anexo N° 4, Cotización N° 14199, Empresa HIDRONOR. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	103



Tabla 110 Costo asociado al Transporte de los Pasivos Ambientales Valorizables Reclasificados como Libres de PCB, ubicados en la Séptima Región. La cantidad de equipos que se acomodan sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.....	103
Tabla 111 Pasivos Ambientales Reclasificados como Libres de PCB, No Valorizables, ubicados en las SSEE de la Séptima Región. El peso unitario de los equipos se encuentra en el Anexo N° 1.....	104
Tabla 112 Costo asociado al Transporte de los Pasivos Ambientales No Valorizables Reclasificados como Libres de PCB, ubicados en la Séptima Región. La Cantidad de equipos que se puede acomodar sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1. Costo de transporte, ver Tabla N° 109. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	104
Tabla 113 Costo Etapa N° 2, Fase N° 5, Estructura 1, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB.....	105
Tabla 114 Costo Asociado a la Descontaminación y Mantenimiento Simultaneo de los Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, ubicados en la Octava Región. Las tablas, con el detalle de los Pasivos Ambientales Contaminados con PCB y Sin Análisis ubicados en las SSEE de la Octava Región y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, ubicados en las SSEE de la Octava Región, se encuentran en el Anexo N° 1.....	106
Tabla 115 Valorización de los Pasivos Ambientales Reclasificados como Libres de PCB, ubicados en la Octava Región. Nota: Los tambores con aceite dieléctrico libre de PCB, no presenta ni beneficio ni costo en su disposición final, ya que, empresas como HIDRONOR lo aceptan de manera gratuita para la elaboración de combustibles. Con respecto a los equipos, las empresas dedicadas a su reciclaje compran a \$ 500/ KVA y/o \$ 50/ kg. Las características de los equipos se encuentran en el Anexo N°1.....	107
Tabla 116 Costos asociados al Transporte de Residuos Peligrosos desde las SSEE ubicadas en las Octava Región. Anexo N° 4, Cotización N° 14199, Empresa HIDRONOR. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	107
Tabla 117 Costo asociado al Transporte de los Pasivos Ambientales Valorizables Reclasificados como Libres de PCB, ubicados en la Octava Región. La Cantidad de equipos que se acomodan sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.....	108
Tabla 118 Pasivos Ambientales Reclasificados como Libres de PCB, No Valorizables, ubicados en las SSEE de la Octava Región. El peso unitario d los equipos se encuentra en el Anexo N° 1.	109
Tabla 119 Costo asociado al Transporte de los Pasivos Ambientales No Valorizables Reclasificados como Libres de PCB, ubicados en la Octava Región. La Cantidad de equipos que se puede acomodar sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1. Costo de transporte, ver Tabla N° 116.	110
Tabla 120 Costo Etapa N° 3, Fase N° 5, Estructura 1, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB.....	110
Tabla 121 Costo Asociado a la Descontaminación y Mantenimiento Simultaneo de los Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, ubicados en la Novena Región. Las tablas, con el detalle de los Pasivos Ambientales Contaminados con PCB y Sin Análisis ubicados en las SSEE de la Novena Región y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, ubicados en las SSEE de la Novena Región, se encuentran en el Anexo N 1.	111
Tabla 122 Valorización de los Pasivos Ambientales Reclasificados como Libres de PCB, ubicados en la Novena Región. Nota: Los tambores con aceite dieléctrico libre de PCB, no presenta ni beneficio ni costo en su disposición final, ya que, empresas como HIDRONOR lo aceptan de manera gratuita para la elaboración de combustibles. Con	



respecto a los equipos, las empresas dedicadas a su reciclaje compran a \$ 500/ KVA y/o \$ 50/ kg.	112
Tabla 123 Costos asociados al Transporte de Residuos Peligrosos desde las SSEE ubicadas en la Novena Región. Anexo N° 4, Cotización N° 14199, Empresa HIDRONOR. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	112
Tabla 124 Costo asociado al Transporte de los Pasivos Ambientales Valorizables Reclasificados como Libres de PCB, ubicados en la Novena Región. La Cantidad de equipos que se puede acomodar sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	112
Tabla 125 Pasivos Ambientales Reclasificados como Libres de PCB, No Valorizables, ubicados en la Novena Región. El peso unitario de los equipos se encuentra en el Anexo N° 1.	113
Tabla 126 Costo asociado al Transporte de los Pasivos Ambientales No Valorizables Reclasificados como Libres de PCB, ubicados en la Novena Región. La Cantidad de equipos que se puede acomodar sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1. Costo de transporte, ver Tabla N° 123. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	113
Tabla 127 Costo Etapa N° 4, Fase N° 5, Estructura 1, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB.	114
Tabla 128 Costo Total Fase N° 5 “Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en los Sitio de Acopio Temporal Regional y Mantenición de los Equipos Operativos Potencialmente Contaminados con PCB.”, Estructura 1, Plan de Manejo Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	114
Tabla 129 Costos Asociados a cada una de las Fases de la Estructura 1, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB.	116
Tabla 130 Etapas, Fase 1, Estructura 2, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB.	116
Tabla 131 Costos de muestreo y análisis para los Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, ubicados en la Sexta Región. Las tablas, con el detalle de los Pasivos Ambientales Sin Análisis ubicados en las SSEE de la Sexta Región y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, ubicados en las SSEE de la Sexta Región, se encuentran en el Anexo N° 1.	116
Tabla 132 Costo asociado a la Disposición Final de los Pasivos Ambientales Sin Análisis y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB (transformadores de señales tipo mochila), ubicados en la Sexta Región. . El detalle de los Pasivos Ambientales Sin Análisis ubicados en la Sexta Región y el Peso Unitario de los Equipos se encuentra en el Anexo N° 1 Valor Euro Fecha: 15/04/2011: \$682, 43. Valor UF Fecha: 14/0/2011: 21 619.	117
Tabla 133 Costos asociados al Transporte de Residuos Peligrosos desde las SSEE ubicadas en las Sexta Región y la Región Metropolitana. Anexo N° 4, Cotización N° 14199, Empresa HIDRONOR.	117
Tabla 134 Cálculos del costo asociado al transporte de los Pasivos Ambientales Contaminados con PCB y Potencialmente Contaminados desde la Sexta Región a la Región Metropolitana. La cantidad de equipos que se pueden acomodar sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.	118
Tabla 135 Valorización de Pasivos Ambientales ubicados en la Sexta Región. Las características de los equipos se encuentran en el Anexo N°1.	119
Tabla 136 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, Valorizables desde las SSEE ubicadas en la Sexta Región hasta la	



Región Metropolitana. La cantidad de equipos que pueden ser acomodados sobre un pallet se encuentra en el anexo N° 1. Costo de transporte, ver Tabla N° 132.....	119
Tabla 137 Beneficio de la Valorización de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB ubicados en las SSEE de la Sexta Región *Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	120
Tabla 138 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, No Valorizables desde las SSEE ubicadas en la Sexta Región hasta la Región Metropolitana. El Peso Unitario en el Anexo N°1.....	120
Tabla 139 Costo asociados a la Disposición Final, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Sexta Región.....	121
Tabla 140 Costo asociados al Transporte de los Pasivos Ambientales, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Sexta Región. La cantidad de equipos que pueden ser acomodados sobre un pallet se encuentra en el anexo N°1. Costo de transporte, ver Tabla N° 132.....	121
Tabla 141 Costo asociados a la Disposición Final más el Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Sexta Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.....	122
Tabla 142 Costo Total Etapa N° 3 “Manejo Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB” en las SSEE de la Sexta Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	122
Tabla 143 Costo Asociado a la Descontaminación de los Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, ubicados en la Sexta Región. El detalle de los Equipos Potencialmente Contaminados con PCB ubicados en la Sexta Región, se encuentra en el Anexo N° 1. Cotización N° 34265 Anexo 6. Valor Dólar \$ 465, 13 Fecha: 02/06/2011.	122
Tabla 144 Costo asociado a la Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Sexta Región. Valor Euro Fecha: 15/04/2011: \$682, 43. Valor UF Fecha: 14/0/2011: 21 619. Peso Unitario en Anexo N°1.	123
Tabla 145 Cálculo del costo asociado al Transporte de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Sexta Región. La cantidad de equipos que pueden ser acomodados sobre un pallet se encuentra en el anexo N° 1.....	123
Tabla 146 Costo Total Fase N° 1 “Regularización Sexta Región”, Estructura 2, Plan de Manejo Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.....	123
Tabla 147 Etapas, Fase 2, Estructura 2, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB.....	124
Tabla 148 Costos de muestreo y análisis para los Pasivos Ambientales, ubicados en la Séptima Región. Las tablas, con el detalle de los Pasivos Ambientales Sin Análisis ubicados en las SSEE de la Séptima, se encuentran en el Anexo N° 1.....	124
Tabla 149 Costo asociado a la Disposición Final de los Pasivos Ambientales Sin Análisis y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB (transformadores de señales tipo mochila), ubicados en la Séptima Región. . El detalle de los Pasivos Ambientales Sin Análisis ubicados en la Séptima Región y el Peso Unitario de los Equipos se encuentra en el Anexo N° 1 Valor Euro Fecha: 15/04/2011: \$682, 43. Valor UF Fecha: 14/0/2011: 21 619.....	125
Tabla 150 Costos asociados al Transporte de Residuos Peligrosos desde las SSEE ubicadas en las Séptima Región y la Región Metropolitana. Anexo N° 4, Cotización N° 14199, Empresa HIDRONOR. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.....	125
Tabla 151 Cálculos del costo asociado al transporte de los Pasivos Ambientales Contaminados con PCB y Potencialmente Contaminados desde la Séptima Región a la	



Región Metropolitana. La cantidad de equipos que se acomodan sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.....	126
Tabla 152 Valorización de Pasivos Ambientales ubicados en la Séptima Región. Las características de los equipos se encuentran en el Anexo N°1.....	128
Tabla 153 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, Valorizables desde las SSEE ubicadas en la Séptima Región hasta la Región Metropolitana. La cantidad de equipos que pueden ser acomodados sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1. Costo de transporte, ver Tabla N° 150.....	129
Tabla 154 Beneficio de la Valorización de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB ubicados en las SSEE de la Séptima Región Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	129
Tabla 155 Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables, ubicados en la Séptima Región .El Peso Unitario de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB se encuentra en el Anexo N°1.	130
Tabla 156 Costo asociados a la Disposición Final, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Séptima Región.	130
Tabla 157 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, No Valorizables desde las SSEE ubicadas en la Séptima Región hasta la Región Metropolitana. La cantidad de equipos que pueden ser acomodados sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1. Costo de transporte, ver Tabla N° 150.....	131
Tabla 158 Costo asociados a la Disposición Final más el Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Séptima Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	131
Tabla 159 Costo Total Etapa N° 3 “Manejo Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB” en las SSEE de la Séptima Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.....	131
Tabla 160 Costo asociado a la Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Sexta Región. Valor Euro Fecha: 15/04/2011: \$682, 43. Valor UF Fecha: 14/0/2011: 21 619. Peso Unitario en Anexo N°1.	132
Tabla 161 Cálculo del costo asociado al Transporte de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Séptima Región. La cantidad de equipos que pueden ser acomodados sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.	132
Tabla 162 Costo Total Fase N° 1 “Regularización Sexta Región”, Estructura 2, Plan de Manejo Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.....	133
Tabla 163 Etapas, Fase 3, Estructura 2, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB.....	133
Tabla 164 Costos de muestreo y análisis para los Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, ubicados en la Octava Región. Las tablas, con el detalle de los Pasivos Ambientales Sin Análisis ubicados en las SSEE de la Octava Región y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, ubicados en las SSEE de la Octava Región, se encuentran en el Anexo N° 1.....	133
Tabla 165 Costo asociado a la Disposición Final de los Pasivos Ambientales Sin Análisis y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB (transformadores de señales tipo mochila), ubicados en la Octava Región. . El detalle de los Pasivos Ambientales Sin Análisis ubicados en la Octava Región y el Peso Unitario de los Equipos se encuentra en el Anexo N° 1 Valor Euro Fecha: 15/04/2011: \$682, 43. Valor UF Fecha: 14/0/2011: 21 619.....	134
Tabla 166 Costos asociados al Transporte de Residuos Peligrosos desde las SSEE ubicadas en la Octava Región y la Región Metropolitana. Anexo N° 4, Cotización N° 14199, Empresa HIDRONOR.	134



Tabla 167 Costos asociados al Transporte de Residuos Peligrosos desde las SSEE ubicadas en la Octava Región y la Región Metropolitana. Anexo N° 4, Cotización N° 14199, Empresa HIDRONOR. La cantidad de equipos que pueden ser acomodados sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.	135
Tabla 168 Valorización de Pasivos Ambientales ubicados en las SSEE de la Octava Región. Las características de los equipos se encuentran en el Anexo N°1.....	137
Tabla 169 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, Valorizables desde las SSEE ubicadas en la Octava Región hasta la Región Metropolitana. La cantidad de equipos que pueden ser acomodados sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1. . Costo de transporte, ver Tabla N° 166.....	138
Tabla 170 Beneficio de la Valorización de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB ubicados en las SSEE de la Octava Región Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	139
Tabla 171 Costo asociados a la Disposición Final más el Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Octava Región. El Peso Unitario en Anexo N° 1.	140
Tabla 172 Costo Asociado a la Disposición Final de los Pasivos Ambientales, No Valorizables, ubicados en las SSEE de la Octava Región.....	140
Tabla 173 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, No Valorizables desde las SSEE ubicadas en las SSEE de la Octava Región hasta la Región Metropolitana. La cantidad de equipos que pueden ser acomodados sobre un pallet se encuentra en el Anexo N°1. Costo de transporte, ver Tabla N° 166. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	141
Tabla 174 Costo asociado a la Disposición Final más el Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, ubicados en las SSEE de la Octava Región.	141
Tabla 175 Costo Total Etapa N° 3 “Manejo Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB” en las SSEE de la Octava Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.....	142
Tabla 176 Costo asociado a la Descontaminación de los Equipos Potencialmente Contaminados, ubicado en las SSEE de la Octava Región. El detalle de los Equipos Potencialmente Contaminados con PCB ubicados en la Octava Región, se encuentra en el Anexo N° 1.	142
Tabla 177 Costo asociado a la Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Octava Región. Valor Euro Fecha: 15/04/2011: \$682, 43. Valor UF Fecha: 14/0/2011: 21 619. Peso Unitario en Anexo N°1.	143
Tabla 178 Cálculo del costo asociado al Transporte de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Octava Región. La cantidad de equipos que pueden ser acomodados sobre un pallet se encuentra en el Anexo N°1.	143
Tabla 179 Costo Total Fase N° 3 “Regularización Octava Región”, Estructura 2, Plan de Manejo Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.....	143
Tabla 180 Etapas, Fase 4, Estructura 2, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB.....	144
Tabla 181 Costos de muestreo y análisis para los Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, ubicados en la Novena Región. Las tablas, con el detalle de los Pasivos Ambientales Sin Análisis ubicados en las SSEE de la Novena Región y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, ubicados en las SSEE de la Novena Región, se encuentran en el Anexo N° 1. Valor UF Fecha: 14/0/2011: 21 619.	144



Tabla 182 Costo asociado a la Disposición Final de los Pasivos Ambientales Sin Análisis y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB (transformadores de señales tipo mochila), ubicados en la Novena Región. . El detalle de los Pasivos Ambientales Sin Análisis ubicados en la Novena Región y el Peso Unitario de los Equipos se encuentra en el Anexo N° 1 Valor Euro Fecha: 15/04/2011: \$682, 43. Valor UF Fecha: 14/0/2011: 21 619.....	145
Tabla 183 Costos asociados al Transporte de Residuos Peligrosos desde las SSEE ubicadas en la Octava Región y la Región Metropolitana. Anexo N° 4, Cotización N° 14199, Empresa HIDRONOR.	145
Tabla 184 Costos asociados al Transporte de Residuos Peligrosos desde las SSEE ubicadas en la Novena Región y la Región Metropolitana. Anexo N° 4, Cotización N° 14199, Empresa HIDRONOR.	146
Tabla 185 Valorización de Pasivos Ambientales ubicados en las SSEE de la Novena Región. Las características de los equipos se encuentra en el Anexo N° 1.....	147
Tabla 186 Costos asociados al Transporte de Residuos Peligrosos desde las SSEE ubicadas en las Novena Región y la Región Metropolitana. Anexo N° 4, Cotización N° 14199, Empresa HIDRONOR.	147
Tabla 187 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, Valorizables desde las SSEE ubicadas en la Novena Región hasta la Región Metropolitana. La cantidad de equipos que pueden ser acomodados sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.....	147
Tabla 188 Beneficio de la Valorización de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB ubicados en las SSEE de la Novena Región Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	148
Tabla 189 Costo asociados a la Disposición Final más el Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Novena Región. Peso Unitario en Anexo N° 1.	148
Tabla 190 Costo Asociado a la Disposición Final de los Pasivos Ambientales, No Valorizables, ubicados en las SSEE de la Novena Región.....	148
Tabla 191 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, No Valorizables desde las SSEE ubicadas en las SSEE de la Novena Región hasta la Región Metropolitana. La cantidad de equipos que se acomodan sobre un pallet se encuentra en el Anexo N°1.....	148
Tabla 192 Costo asociado a la Disposición Final más el Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, ubicados en las SSEE de la Novena Región.	149
Tabla 193 Costo Total Etapa N° 3 “Manejo Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB” en las SSEE de la Novena Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.	149
Tabla 194 Costo asociado a la Descontaminación de los Equipos Potencialmente Contaminados, ubicado en las SSEE de la Novena Región. El detalle de los Equipos Potencialmente Contaminados con PCB ubicados en la Novena Región, se encuentra en el Anexo N° 1.	149
Tabla 195 Costo asociado a la Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Novena Región. Valor Euro Fecha: 15/04/2011: \$682, 43. Especificaciones Técnicas de los Equipos Eléctricos en Anexo N°1.....	150
Tabla 196 Cálculo del costo asociado al Transporte de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Novena Región. La cantidad de equipos que se acomodan sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.	150



Tabla 197 Costo Total Fase N° 3 “Regularización Novena Región”, Estructura 2, Plan de Manejo Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.....	150
Tabla 198 Costos Asociados a cada una de las Fases de la Estructura 1, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB.....	151
Tabla 199 Principales Características Estructura 1 y 2 para el Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB.	158



INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.	iv
Figura 2: Primera Estructura a evaluar para el Plan de Manejo de Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.	30
Figura 3: Segunda Estructura a evaluar para el Plan de Manejo de Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.	31
Figura 4: "Objetivos específicos del Plan de Manejo para Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB". Los objetivos deben converger hacia un mismo fin y se definen de acuerdo a las necesidades que implica cumplir con la política medioambiental de EFE.	32
Figura 5: " Información ingresada al Plan de Manejo para Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB". Se analizan definiciones, bases técnicas, políticas, observaciones en terreno, procedimientos, normas y estadística antes de ingresar la información.	32
Figura 6: Modelo Estructura 1, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.	33
Figura 7: Distribución Básica para los Sitios de Acopio Temporal en cada región.	37
Figura 8: Ciclo de Descontaminación. Proceso CDP PROCESS.	42
Figura 9: Modelo Estructura 2, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.	44
Figura 10: Pasos de para la Clasificación de Equipos, Proceso de Descontaminación y Mantenimiento Simultaneo, Estructura 2. Plan de Manejo Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.	47
Figura 11: Pasos del Trabajo de Descontaminación y Mantenimiento para los Equipos Contaminados con PCB, Estructura 2, Plan de Manejo Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.	47
Figura 12: Proceso de Descontaminación y Mantenimiento Simultaneo, Estructura 2, Plan de Manejo para Pasivos y Equipos Contaminados con PCB.	48
Figura 13: Marco legal para las estructuras 1 y 2.	49
Figura 14: Pasivos Ambientales Contaminados con PCB, Litros de aceite contaminado versus SSEE comprendidas en la Sexta Región.	51
Figura 15: Pasivos Ambientales Sin Análisis, Litros de aceite sin análisis versus SSEE comprendidas en la Sexta Región.	52
Figura 16: Pasivos Ambientales Contaminados con PCB, Litros de aceite contaminado versus SSEE comprendidas en la Séptima Región.	63
Figura 17: Pasivos Ambientales Sin Análisis, Litros de aceite sin análisis versus SSEE comprendidas en la Séptima Región.	63
Figura 18: Pasivos Ambientales Contaminados con PCB, Litros de aceite contaminado versus SSEE comprendidas en la Octava Región.	75
Figura 19: Pasivos Ambientales Sin Análisis, Litros de aceite sin análisis versus SSEE comprendidas en la Octava Región.	75
Figura 20: Pasivos Ambientales Sin Análisis, Litros de aceite sin análisis versus SSEE comprendidas en la Novena Región	89
Figura 21: Resumen del Manejo Propuesto en la Estructura 1, para El Plan de Manejo de Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB para la Empresa de Ferrocarriles del Estado. EFE.	115



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Figura 22: Resumen del Manejo Propuesto en la Estructura 2, para El Plan de Manejo de Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB para la Empresa de Ferrocarriles del Estado. EFE. 151



GLOSARIO

EFE: Empresa Ferrocarriles del Estado.

SSEE: Subestación Eléctrica.

PCB: Bifenilos Policlorados.

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

Residuo Peligroso: residuo o mezcla de residuos que presentan riesgo para la salud pública, específicamente en las SSEE propiedad de EFE, son en su mayoría equipos eléctricos, con contenido de aceite dieléctrico y tambores con aceite usado. Tienen como propiedad una tasa de generación en el tiempo.

Pasivos Ambientales Peligrosos: residuos peligrosos ubicados en las SSEE, propiedad de EFE, que tienen generación puntual.

Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB: equipos eléctricos, dados de baja, en las SSEE eléctricas con concentración de PCB menor a 50 [ppm].

Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB: equipos eléctricos, dados de baja, en las SSEE eléctricas con concentración de PCB mayor a 50 [ppm].

Equipos No Contaminados con PCB: equipos eléctricos ubicados en las SSEE, en operación con niveles de PCB menores a 50 [ppm].

Equipos Contaminados con PCB: equipos eléctricos ubicados en las SSEE, en operación con niveles de PCB mayores a 50 [ppm].

DS 148/04: Decreto Supremo que aprueba el Reglamento Sanitario Sobre el Manejo de Residuos Peligrosos. Dictado por el Ministerio de Salud, publicado en el diario oficial el año 2004.

DS 594/00: Decreto Supremo que aprueba el Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo. Dictado por el Ministerio de Salud, publicado en el diario oficial el año 2000.

D 298/ 95: Decreto que Reglamenta el Transporte de Cargas Peligrosas por Calles y Caminos. Dictado por el Ministerio, publicado en el diario oficial el año 1995.

NCh 382/ 04: Norma Chilena que indica las Sustancias peligrosas - Terminología y clasificación general Dictada por el Instituto Nacional de Formalización, publicada en el diario oficial el año 2004.

NCh 2190/03: Norma Chilena que indica el Transporte de Sustancias Peligrosas - Distintivos para Identificación de Riesgos. Dictada por el Instituto Nacional de Formalización, publicada en el diario oficial el año 2003.



CAPITULO I: Introducción

Introducción

El presente estudio tiene como fin, proponer un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado, el procedimiento para lograr el objetivo se basó en la investigación de los documentos generados por el Ministerio de Salud, el cual indica las pautas para elaborar un plan de manejo con este tipo de contaminante, contactos con empresas dedicadas a la descontaminación de aceites y materiales con PCB, contactos con empresas dedicadas al reciclaje de equipos eléctricos y por ultimo empresas dedicadas a la disposición final.

El Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB seleccionado, será el cual este mejor evaluado de acuerdo a criterios técnicos y económicos de dos estructuras, las cuales difieren fundamentalmente en el manejo de los pasivos ambientales contaminados con PCB.

El manejo de los pasivos ambientales tiene como fin último proporcionar la disposición adecuada, vale decir, dentro de las prioridades el orden jerárquico es el siguiente: descontaminación, reciclaje y por ultimo disposición final.

La base de datos proporcionada por la Empresa de Ferrocarriles del Estado desglosa tres tipos de pasivos ambientales, los cuales se distribuyen de forma aleatoria dentro de los patios de las 25 Subestaciones Eléctricas situadas desde la Región Metropolitana y Novena; los tres tipos de pasivos son: Contaminados con PCB (equipos eléctricos que poseen análisis de laboratorio, el cual indica una concentración mayor a 50 ppm de PCB), No Contaminados con PCB (equipos eléctricos que poseen análisis de laboratorio que indica una concentración menor a 50 ppm de PCB y materiales sin contenido de aceite) y por último los pasivos ambientales sin análisis que son, siguiendo la misma línea, equipos eléctricos sin análisis de concentración de PCB en el aceite dieléctrico contenido en su interior.

Cabe destacar que los “equipos eléctricos” abarcados en este estudio y que forman parte de los pasivos ambientales, son todos aquellos que están en calidad de residuo y poseen la característica de estar potencialmente contaminado con PCB, vale decir, con fecha de fabricación antes del año 1982. Y es por esta razón que se denominan pasivos y no residuos, esto es, no tienen un ciclo de generación continua, por el contrario luego de los existentes no volverán a generarse residuos con estas características.

Finalmente, el presente trabajo también incluye a los equipos operativos que se encuentren contaminados con PCB, para los cuales el objetivo es descontaminarlos para que continúen operativos, sin embargo, por no poseer los análisis de laboratorio de los equipos operativos que potencialmente están contaminados con PCB y por ser este estudio una modelación para la aplicación de un plan manejo u otro, se contabilizaron como contaminados todos los equipo que potencialmente lo están.



Objetivo

Diseñar un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en las SSEE EFE y Equipos Contaminados con PCB, que concuerde con la política ambiental de EFE y las exigencias de la legislación chilena vigente, en el marco de la sustentabilidad y el manejo racional de los recursos. El plan tiene la misión de dar cumplimiento al convenio de Estocolmo ratificado por Chile el año 2005, el cual indica entre sus obligaciones erradicar todo el material contaminado con PCB antes del año 2025; y además dar cabal cumplimiento al DS 148/ 04 el cual Reglamenta el Manejo Sanitario para los Residuos Peligrosos y el DS 594 que indica las condiciones ambientales y sanitarias básicas en los lugares de trabajo.

Objetivos Específicos

- Definir los Pasivos Ambientales Peligrosos existentes en las SSEE de EFE y los Equipos operativos potencialmente contaminados con PCB.
- Realizar un catastro de los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB.
- Definir las tecnologías nacionales para la eliminación de Pasivos Ambientales Peligrosos no contaminados con PCB.
- Definir las tecnologías nacionales e internacionales existentes y probadas para: el muestreo de aceites y análisis de aceite dieléctrico y los métodos de eliminación para el PCB.
- Según las características de la situación actual de la legislación Chilena y de los pasivos y equipos en EFE contaminados o potencialmente con PCB, seleccionar las alternativas viables para su eliminación.
- Evaluar las tecnologías desde los puntos técnico y económico.
- Proponer un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en las SSEE EFE y Equipos Contaminados con PCB para la Empresa de Ferrocarriles del Estado.



CAPITULO II: Antecedentes Generales

Antecedentes de la Empresa de Ferrocarriles del Estado EFE

La Empresa de Ferrocarriles del Estado tiene una trayectoria de desde 1951, con el primer tramo que une Caldera con Copiapó en vehículos llamados locomotoras, las cuales funcionan gracias a vapor de agua obtenido por la quema de carbón. Luego la extensión de tramos al resto del país estuvo sujeto a variados problemas de construcción y cambios en el mando de las operaciones, por que recién en el año 1961 se unía Valparaíso- Viña del Mar- Limache y Quillota en la zona centro del país, mientras que en la zona norte ya estaba establecido el tramo Iquique- Caldera, el cual seso sus funciones en el año 1975 debido a la baja rentabilidad que otorgaba, al igual que el ferrocarril transandino que unía Los Andes con Mendoza (Argentina) y el ferrocarril Arica- La Paz (Bolivia), sin embargo sigue en operaciones para el transporte de carga el tramo Antofagasta- La Paz (Bolivia).

La red sur de Ferrocarriles del Estado contempla la vía troncal o principal desde las ciudades de Valparaíso hasta Puerto Montt y a todos sus ramales y subramales asociados, muchos de los cuales están en estado de abandono, manteniéndose en funcionamiento a través de trenes con motores diesel, para el transporte de carga entre las ciudades de Talcahuano- Stgo.- San Antonio- Ventanas- Los Andes. Para el servicio de pasajeros actualmente se cuenta con el tramo Talcahuano- Laja a través de trenes eléctricos, el Biotren que une Talcahuano- Concepción y el Buscarril operado por motores diesel, que une Talca con Constitución; con lo anterior se terminan los ramales activos. Con respecto al troncal hasta enero del 2010 se recorría el trayecto Stgo.- Chillan, pero desde el terremoto el cual produjo graves fallas tanto en la vía como en la catenaria, los trenes eléctricos para el transporte de pasajeros solo recorren el tramo Stgo.- Talca.

El funcionamiento de los trenes eléctricos precisa una tensión fija en la catenaria, por lo cual, cada aprox. 25 Km es necesario mantener activa una subestación eléctrica con el objetivo de contrapesar perdidas y mantener el voltaje en la catenaria. Descrito lo anterior entre la región Metropolitana y Novena se construyeron 25 subestaciones eléctricas, de las cuales solo están activas las necesarias para el actual recorrido del tren. Todas las subestaciones eléctricas desde este momento nombradas a través de su sigla SSEE, tienen el mismo principio y equipos principales.

Las principales definiciones necesarias para identificar el funcionamiento de una SSEE, son las siguientes:

- Sistema de catenarias: Se denomina catenaria, a la línea aérea de alimentación que transmite la Potencia Eléctrica a las locomotoras u otro material motor Ferroviario.

En Nuestro caso al sistema de catenarias se le denomina Líneas de Contacto (LC) y existen dos tipos; Catenaria Rígida de Simple Hilo de Contacto (Anclada) y Catenaria Compensada de Doble Hilo de Contacto (regulación de altura automática), desde las SS/EE el polo positivo de los 3kVcc se envían por la LC, mientras que el polo negativo (retorno) corresponde a los rieles por los cuales transitan los equipos eléctricos.



La catenaria compensada en nuestro caso comprende desde estación Alameda hasta estación Bulnes y estación La Leonera a estación Talcahuano, mientras que la catenaria Rígida comprende desde estación Bulnes a estación Metrenco y estación San Rosendo a estación Hualqui.

- Las Subestaciones eléctricas rectificadoras: poseen el mismo principio de funcionamiento de una fuente de poder de corriente continua, donde;

Primera etapa Rectificación: la entrada que llega a la subestación comúnmente en 66kV alternos se transforma a 2.4kV alternos a través de un transformador de poder, Segunda Etapa Rectificación: la tensión de 2.4kV alternos pasa a través de un rectificador donde se convierte en 3kV de corriente continua lista para ser distribuida a los equipos con tracción eléctrica ubicados en la vía férrea.

Etapas de Señales y Servicios Auxiliares: en otra rama la entrada de 66kV alternos se transforma a 2.3kV alternos y 0.4kV alternos, el primero fin suministrar al sistema de señales ferroviario, y el segundo para el sistema de servicios auxiliares de la subestación.

Las S/E cuentan en general de; 2 transformadores de poder de 2 enrollados que convierten 66kV / 2.4kV alternos (Rectificación), 2 transformadores de servicios auxiliares de tres enrollados que convierten 66kV / 2.3kV / 0.4kV alternos, 2 grupos rectificadores cada uno con 2 armarios rectificadores completos, 3 interruptores de alta tensión 66kV, 2 interruptores de media tensión 3kV extrarrápidos de Grupo, 2 interruptores de señalización 2.3kV, según topología de la S/E desde 2 hasta 5 interruptores alimentadores de media tensión 3kV extrarrápidos y de 12 a 18 condensadores, los cuales se encargan de mantener la tensión de salida a catenaria fija en los 3000 Vcc.

Las S/E poseen un sistema de protección coordinado para distintas fallas tales como cortocircuito, sobrecarga de corriente, alta y baja tensión en barras de voltaje, entre otros, para esto la S/E cuenta con distintos equipos interruptores, mencionados anteriormente, los cuales permiten entregar y recibir de manera segura la energía eléctrica tanto en corriente alterna como en corriente continua, todo separado territorialmente (norte, sur, norponiente, surponiente, etc.).

El avance de la tecnología y las mayores exigencias de los usuarios de ferrocarriles, provocaron que este modernizara la mayoría de las SSEE, ya sea, para la rectificación, interruptores y transformadores en general, por lo tanto los equipos retirados de funcionamiento fueron reubicados o almacenados, un ejemplo de lo anterior, son los interruptores en base a aceite dieléctricos los cuales fueron cambiados por otros en base a gas (SF₆), el cual tiene una operación más segura y libre de mantenimiento.

Dada la premisa anterior el objetivo de este estudio empieza a tomar forma, por lo que corresponde a diseñar el manejo adecuado a todos los pasivos ambientales, ubicados en las SSEE, resultantes del proceso de modernización de EFE que son en su mayoría transformadores que tienen por fecha de fabricación 1959, año en que el aceite dieléctrico utilizado tenía mejores características dieléctricas gracias a la adición de una sustancia tóxica llamada PCB, hoy prohibida en casi todo el mundo, es por lo anterior que el manejo de tales residuos del mismo modo que los equipos contaminados en



funcionamiento tienen un procedimiento especial, el cual consiste en someterse a descontaminación o bien ser cambiados y dispuestos según la legislación vigente.

Situación Actual de la Empresa de Ferrocarriles del Estado EFE.

La situación actual de la Empresa de Ferrocarriles del Estado considera la existencia puntual de materiales eléctricos en condición de residuo y gracias al contenido de aceite dieléctrico contaminado o no con PCB, es considerado peligroso y además la operación de equipos eléctricos potencialmente contaminados con PCB. Por lo tanto es deber de EFE concretar el manejo de los pasivos ambientales peligrosos y descontaminar los equipos que resulten con concentración mayor a 50 [ppm] de PCB.

A continuación se definen los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en las SSEE de EFE y los Equipos operativos potencialmente contaminados con PCB.

Pasivos Ambientales Peligrosos en las SSEE: corresponde a equipos eléctricos, dados de baja, acopiados en los patios de las SSEE. Estos equipos tienen una existencia puntual debido a la modernización de las SSEE y no consideran una generación continua, ya que, corresponde a los equipos con fecha de fabricación anterior al año 1982.

Dentro de los Equipos Operativos Potencialmente Contaminados con PCB, tenemos los equipos operativos y aquellos que están de repuesto, ambos se encuentran sin análisis de su contenido de PCB. Luego se definen de la siguiente manera:

Equipos Operativos: equipos eléctricos con contenido de aceite y con fecha de fabricación anterior al año 1982, los cuales se encuentran operativos dentro de las SSEE.

Equipos de Repuesto: equipos eléctricos con contenido de aceite y con fecha de fabricación anterior al año 1982, que se encuentran desconectados en la SSEE o acopiados en cualquiera de las instalaciones de EFE, en óptimas condiciones para entrar en funcionamiento.

Continuación se muestra la tabla N° 3 con los tipos equipos operativos o en condición de repuesto potencialmente contaminados con PCB y su ubicación.



Equipos Potencialmente Contaminados con PCB	Unidades Totales	Unidades	SSEE de origen
Transformador de Poder	1	1	Portátil Los Guindos
Transformador de Poder (*)	10	1	Monte Águila
		1	Laja
		1	Renaico
		2	Concepción
		1	Quilacoya
		1	Collipulli
		1	Victoria
		1	Lautaro
		1	Metrenco
Transformador de Servicios Auxiliares	1	1	Portátil Los Guindos
Transformador de Servicios Auxiliares (*)	8	2	Monte Águila
		1	Laja
		1	Renaico
		1	Collipulli
		1	Victoria
		1	Lautaro
		1	Metrenco
Transformador de Señales	1	1	Laja
Transformadores de Corriente	46	9	Monte Águila
		6	Laja
		16	Renaico
		3	Collipulli
		3	Victoria
		6	Lautaro
		3	Metrenco
Transformadores de Voltaje	22	3	Monte Águila
		3	Laja
		7	Renaico
		3	Collipulli
		3	Victoria
		3	Lautaro
Transformador de Señales tipo mochila	276	---	En la vía
Interruptor ADDA	1	1	Portátil Los Guindos

Tabla 3: Equipos operativos potencialmente contaminados con PCB, dentro del Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en las SSEE EFE y Equipos Contaminados con PCB.

Los equipos de repuesto que considera el presente Plan, corresponden a los transformadores de señales que están instalados en la vía, comúnmente conocidos como transformadores mochila. El catastro de estos equipos considera una muestra representativa entre los kilómetros 82 y 163 de la Red Ferroviaria Plano Horizontal y Perfiles Longitudinales de septiembre 2002.

Este catastro considera que existen instalados 42 transformadores de señales (mochila), cada 81 kilómetros de vía. Entonces y dado que, la red ferroviaria comprende entre el kilómetro 0, que es el Terminal Alameda ubicado en Santiago, y la última subestación eléctrica Metrenco 532, 7 Kilómetros, el número total de transformadores de señales (mochila) es 276 unidades.



Finalmente el catastro de Pasivos Ambientales Peligrosos está comprendido en las siguientes tablas, en la que se destaca los pasivos ambientales contaminados con PCB, los no contaminados y aquellos que les falta análisis, en las tablas N° 4, 5 y 6, respectivamente.

Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB	Unidades Totales	Unidades	SSEE
Transformador de Servicios Auxiliares	3	1	Lo Espejo
		1	Guindos
		1	Villa Alegre
Transformador de Corriente	24	3	Guindos
		2	Graneros
		1	Los Lirios
		3	San Fernando
		2	Curicó
		3	Panguilemo
		9	Cocharcas
		1	Bulnes
Transformador de voltaje	5	1	Curicó
		3	Panguilemo
		1	Ñiquén
Transformados Múltiple	3	1	Curicó
		2	Bulnes
Transformador Trimono	1	1	Cocharcas
Interruptor ADDA	10	1	Itahue
		3	Panguilemo
		1	Villa Alegre
		2	Longavi
		2	Ñiquén
		1	Cocharcas

Tabla 4: Pasivos Ambientales Contaminados con PCB. (Con informe de laboratorio)



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB	Unidades Totales	Unidades	SSEE
Transformador Servicios Auxiliares	5	1	Graneros
		1	Los Lirios
		1	Curicó
		1	Villa Alegre
		1	Bulnes
Transformador Servicios Auxiliares *	2	2	Laja
Transformador de Corriente	45	2	Lo Espejo
		3	Guindos
		1	Graneros
		5	Los Lirios
		4	Rengo
		3	San Fernando
		5	Curicó
		3	Panguilemo
		10	Ñiquén
		3	Cocharcas
		6	Bulnes
Transformados de Voltaje	13	2	Lo Espejo
		2	San Fernando
		1	Curicó
		1	Villa Alegre
		2	Ñiquén
		3	Cocharcas
		2	Bulnes
Transformador Múltiple	11	2	Itahue
		4	Panguilemo
		1	Villa Alegre
		2	Ñiquén
		2	Cocharcas
Transformador Trimono	5	1	Hospital
		1	Graneros
		2	Ñiquén
		1	Cocharcas
Transformador de Señales TAMANI	1	1	Laja
Interruptor ADDA	3	1	Villa Alegre
		1	Cocharcas
		1	Bulnes
Interruptor ADDA de aire comprimido	1	1	Laja



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB	Unidades Totales	Unidades	SSEE
Aisladores	85	8	Graneros
		6	Itahue
		10	Panguilemo
		4	Bulnes
		20	Laja
		14	Renaico
		20	Collipulli
Estanques de aire comprimido	12	3	Victoria
		6	Laja
		5	Renaico
Casetas de Control de Interruptores	6	1	Collipulli
Armarios Metálicos de Control	33	6	Laja
		6	San Fernando
		15	Curicó
		2	Itahue
		4	Panguilemo
		3	Longavi
		2	Ñiquén
Armario de Archivos	1	1	Laja
Motores Asincrónicos	7	1	Itahue
		2	Ñiquén
250 kg. Cerámicas Aisladoras	---	5	Cocharcas
200 Kg. Chatarra	---	---	Cocharcas
500 Kg. Chatarra		---	Bulnes
300 Kg. Chatarra		---	Monte Águila
200 Kg. Chatarra		---	Laja
			Victoria

Tabla 5: Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB (con informe de laboratorio o sin contenido de aceite).



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Pasivos Ambientales Peligrosos Sin Análisis	Unidades Totales	Unidades	SSEE
Transformador de Servicios Auxiliares	6	1	Lo Espejo
		1	Guindos
		2	Curicó
		1	Ñiquén
		1	Cocharcas
Transformador de Corriente	38	8	Hospital
		4	Graneros
		6	Los Lirios
		7	San Fernando
		2	Panguilemo
		9	Laja
		1	Collipulli
		1	Lautaro
Transformador de voltaje	8	2	Lo Espejo
		2	San Fernando
		2	Curicó
		2	Victoria
Transformador Trimono	3	2	Panguilemo
		1	Villa Alegre
Transformador de Empalme	4	4	Monte Águila
Transformador **	1	1	Laja
Transformador de señales	7	1	Curicó
		4	Itahue
		1	Laja
		3	Renaico
Transformador de señales (mochila)	30	3	Curicó
		22	Monte Águila
		4	Victoria
		1	Lautaro
Interruptor ADDA	8	1	Panguilemo
		1	Longavi
		1	Cocharcas
		3	Laja
		1	Renaico
		1	Victoria
Polos de Interruptores ADDA	9	9	Curicó
Bin 1000 L	1	1	Curicó



Pasivos Ambientales Peligrosos Sin Análisis	Unidades Totales	Unidades	SSEE
Tambores 200 L	120	24	Guindos
		13	Hospital
		9	Graneros
		50	Curicó
		4	Ñiquén
		9	Cocharcas
		3	Bulnes
		2	Collipulli
		2	Victoria
		2	Lautaro
		2	Metrengo
Balde 20 L	5	3	Graneros
		2	Victoria
Carro filtro de aceite	1	1	Monte Águila

Tabla 6: Pasivos Ambientales Sin Análisis.

Antecedentes de los Bifenilos Policlorados (PCB)

Los bifenilos policlorados son compuestos químicos orgánicos formados por átomos de cloro, carbono e hidrogeno con una estructura espacial básica de dos anillos de benceno y dos enlaces con grupos clorados en distintas posiciones, lo que conlleva a formar una familia de 209 congéneres que se expresa en una variedad que va desde líquidos grasos a sólidos cerosos.

Características de los PCB:

- Termoestables.
- Resistentes a la oxidación, a los ácidos y a las bases.
- No Conduce electricidad.
- Insolubles en agua.
- Solubles en aceites y solventes orgánicos.
- En su forma pura se presentan como cristales incoloros, pero en el comercio se distribuyen como líquidos.
- La quema, a bajas temperaturas de PCB, en cualquiera de sus presentaciones produce en los gases de combustión, dioxinas compuesto cien veces más toxico que el cianuro.

El Policloruro de Bifenilo (PCB) está considerado según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) como uno de los doce contaminantes más nocivos fabricados por el ser humano. Actualmente su uso está prohibido en casi todo el mundo, gracias al Convenio de Estocolmo.

Debido a su gran estabilidad térmica, biológica y química, así como por su elevada constante dieléctrica, los PCB se usaron masivamente hasta mediados de la década de 1970 como aislantes para equipos eléctricos como transformadores, interruptores, capacitores y termostatos.

De acuerdo a los usos de los PCB se pueden clasificar como cerrados o abiertos.



Con las aplicaciones cerradas se trataba de evitar toda pérdida de PCB conteniéndolo dentro de una unidad sellada. En este tipo de aplicaciones la contaminación del medio ambiente es consecuencia de fugas del equipo.

En las aplicaciones abiertas los PCB quedan expuestos al medio ambiente y es inevitable que se produzcan algunas pérdidas.

Las principales aplicaciones cerradas son como refrigerantes en transformadores y como dieléctricos en capacitores. Luego en aplicaciones abiertas, los PCB entran en la formulación de muy diversos productos como lubricantes, composiciones obturadoras (para la industria de la construcción), adhesivos, plásticos, cauchos e insecticidas, así como en pinturas, barnices y otros recubrimientos de superficie, incluido el papel de copia sin carbón.

Distribución según usos:

- Sistemas Abiertos: 29%
- Sistemas Cerrados Eléctricos: 55%
 - 28% transformadores
 - 16% en condensadores
 - 11% arrancadores.
- Sistemas cerrados no eléctricos: 14%
- Varios: 2%

Peligros de los PCB

I - Peligros para la salud.

La Organización Mundial de la Salud comprobó que el PCB es cancerígeno, entre los cánceres más recurrentes tenemos: mama, cerebro, melanomas malignos, linfomas, sarcomas de tejidos blandos.

La EPA encontró que los efectos tóxicos se manifiestan aún en trazas, a continuación podemos ver cuáles son las concentraciones y que daños ocasionan:

- 9 ng./ Kg, pueden dañar sistemas inmunológicos.
- 13 ng./ Kg, disminuyen las hormonas sexuales en los hombres.
- 47 ng./ Kg, se observa disminución en el crecimiento de los niños.

Los peligros en general están asociados a la exposición crónica, aún en concentraciones bajas, ya que, se caracterizan por su propiedad acumulativa en los tejidos humanos y animales, lo que significa que la concentración del PCB aumenta tanto en el tiempo como en la cadena trófica.

Estos son los que hoy se consideran como los mayores riesgos del PCB: imitan el comportamiento de algunas hormonas como los estrógenos y pueden alterar sistema endocrino, provocando defectos de nacimiento y esterilidad. De manera tal que 40 variedades de PCB han sido detectadas en la grasa humana y 62 en la leche materna, lo que altera el sistema inmunológico de los niños. La contaminación se propaga de madre a bebé, por la placenta y la leche. Pueden nacer bebés prematuros, con menor peso y crecimiento más lento, cabezas pequeñas y/o atraso neurológico.



Luego se observan daños al hígado y la piel (chloracne, eczemas). El efecto más común es el "chloracne", una condición dolorosa que desfigura la piel, similar al acné adolescente.

Por otra parte, se comprueba que la toxicidad aguda es relativamente baja.

Las vías de acceso directas que tiene el PCB para ingresar al cuerpo son: absorción dérmica, vías respiratorias y digestiva, en las exposiciones crónicas la principal vía de penetración es la piel, luego en exposiciones accidentales es la respiratoria.

Finalmente y por tratarse de una sustancia prohibida lo habitual en la actualidad es que nos encontremos con PCB en aplicaciones cerradas, en equipos eléctricos almacenados o en uso los cuales deben retirarse o ser descontaminados. Por lo tanto, las fuentes de exposición laboral más importantes van a provenir de tareas de mantenimiento, descontaminación y los accidentes por roturas de circuitos o incendios.

Metodologías para el manejo y la eliminación de los PCB

Manejo de los PCB

Para el correcto manejo de aceites puros en PCB o contaminados con este, se enumeran las siguientes recomendaciones:

a) No mezclar el PCB con aceites minerales. Pues con sólo un 2% de aceite que se le agregue, este perderá una de sus características principales que es el no ser inflamable.

b) No mezclar PCB con aceites minerales aislantes de uso eléctrico en transformadores. Ya que el aceite pierde gran parte de sus características, pudiendo incluso atacar partes constitutivas del transformador, ya que éste no fue diseñado para el uso con aceite mineral.

c) En caso de incendio: El PCB no es inflamable, pueden producirse altas temperaturas originadas por otros elementos lo que traerá consigo la generación de una gran cantidad de vapores de PCB, siendo estos vapores altamente contaminantes. Las personas deberán usar máscaras con filtro químico mientras el fuego en el área, sea dominado y el lugar amagado sea debidamente ventilado.

d) Todos los equipos eléctricos y maquinarias que contengan PCB deberán ser etiquetados, avisando en ellos el peligro que encierran.

e) Toda destrucción de materiales impregnados con PCB, ya sea sólido o líquido deberá ser completa.

Para la cremación de los PCB y sus derivados se deberá considerar el tiempo temperatura y suministro expedito de oxígeno además de un depurador para reaccionar con el HCL, que se producirá por efecto de la combustión. La temperatura debe estar sobre los 1200°C, si la combustión de estos productos se efectúa por debajo de los 700°C se generaran producto de la descomposición productos muy tóxicos como el POLICLORODIBENFURANOS y POLICLORODIBENZODIOXINAS. Cuanto mayor es la temperatura menor es el porcentaje de estos tóxicos llegándose a una pureza de



eliminación de un 99,99%. La exposición durante 2 segundos a 1100 Grados Celsius y 3% de Oxígeno o 1,5 Segundos a 1470 Grados Celsius y un 2 % de Oxígeno se producirá la incineración del PCB. Para procesar los gases de la combustión de productos clorados y enviarlos luego al medio ambiente se debe al menos contar con las siguientes instalaciones:

- Sistema de enfriamiento de humos.
- Sistema para la captación de ácido clorhídrico.
- Filtros adecuados para la captación de partículas metálicas, como sales y óxidos.
- Sistema para tratamiento de agua de lavado y neutralización de las trazas de cloro.

f) El tratamiento de los PCB puede requerir el uso de tierra de Fuller (arena volcánica) para mejorar la acidez:

Esta tierra puede ser usada en sacos u otros dispositivos, los que se deben dejar escurrir en un recipiente para una mejor recolección de PCB todos los elementos metálicos que se encuentren contaminados con PCB, deberán ser colocados en recipientes debidamente identificados con letreros que digan lo siguiente: Acero Contaminado con PCB.

g) Trabajos en transformadores eléctricos:

- 1) Todo líquido que se retire del transformador deberá guardarse en tambores debidamente identificados y diseñados para productos altamente contaminantes, además deberá darse el tiempo suficiente para que el PCB escurra de las bobinas, núcleo y otros componentes internos.
- 2) El núcleo se debe remover y colocar en una bandeja con algún material absorbente para recoger el PCB que queda en el equipo.
- 3) Coloque todos los materiales en un recipiente adecuado para disponer de ellos con posterioridad.
- 4) Todo material utilizado incluyendo trapos, guantes, aserrín independientes de su cantidad deberán ser arrojados en recipientes adecuados, para luego gestionar su correspondiente eliminación (tambores con tapa móvil galvanizados interiormente).

h) Transformadores dados de baja

Nunca enviar un transformador o condensador a un recinto para chatarra si este lleva en su interior PCB, vacíe su contenido y limpie su interior con algún solvente disponiendo que este solvente no pase al medio ambiente y pueda ser destruido por medio de la incineración.

i) Precauciones con los tambores que contengan PCB:

Estos deben ser contruidos con un acero de un espesor tal que permita el trato pesado. Sus bordes serán sellados y su interior cubierto con alguna pintura epóxica o bien galvanizados. Deben ser fácilmente identificables, llevar en su tapa y cuerpo la identificación clara de la toxicidad del contenido y se podrá usar un color de pintura único y diferente de los otros tambores que existen en la industria.

j) Manipulación de tambores con PCB:

- a) Use anteojos de seguridad y guantes de PVC al abrir la tapa de un tambor con PCB.
- b) Los tambores con tapones de 2 (pulgadas) en el cuerpo deben ser convenientemente acuñados antes de abrirlos, para evitar algún posible derrame de PCB al suelo.



- c) Gire lentamente el tapón para aliviar la posible presión interna, evitando la proyección de PCB atomizado.
- d) Una vez bombeado el PCB efectúe un drenado lo mejor posible, ayudándose con un balde.

k) Tambores Vacíos:

- a) Feche el tambor después de su vencimiento, en forma indeleble.
- b) Guarde el tambor en lugar reservado para ello.
- c) Se prohíbe la venta de tambores que hayan sido usados con PCB.
- d) Se prohíbe el uso y utilización de tambores con restos de PCB para cualquier otro uso, incluyendo aceites minerales, solventes, etc.

l) Derrames de PCB

- a) Impida inmediatamente la fuga del PCB por cualquier medio a su alcance. Si no se puede detener la fuga transfiera el PCB a otro recipiente adecuado.
- b) Evite por todos los medios disponibles que el PCB vaya a parar a un sumidero o cañería de desagüe.
- c) Recoja el PCB derramado con algún material absorbente (aserrín de madera, papel absorbente, arena, etc.), el cual será almacenado en recipientes adecuados para su posterior disposición final. El suelo puede ser lavado, pero estos residuos también deben ser recogidos.
- d) Todo residuo de PCB, así como los materiales contaminados, deben ser colocados en tambores con PCB y estos identificados adecuadamente.
- e) Los tambores deberán ser almacenados en recintos especiales, donde no se podrá guardar ningún otro elemento. Estos recintos estarán ventilados, deben ser incombustibles, encontrarse lejos de lugares de colación y de vestir.
- f) Los tambores además, deberán quedar dispuestos sobre tarimas de madera y el piso debe ser de concreto con drenajes dispuestos de tal forma que cualquier derrame pueda ser fácilmente recogido, sin contaminar el medio ambiente.
- g) El recinto debe tener acceso restringido.
- h) En caso de emplear estanques mayores o camiones tanques, éstos deben destinarse exclusivamente para PCB. Todo estanque debe ser vaciado por la parte superior, por bombeo o por presión controlada usando aire o N2 seco. El estanque debe quedar lleno con este gas.

Recomendaciones para el personal que manipule elementos contaminados con PCB:

1) Las personas que presenten las siguientes afecciones no pueden trabajar con PCBs.

- Inflamación de garganta y bronquios.
- Enfermedades crónicas en órganos internos.
- Excemas.
- Dermatitis alérgica.
- Reacciones alérgicas específicas.

2) Deben realizarse exámenes las personas que trabajan con PCBs siempre que presenten los siguientes síntomas:

- Dolor de cabeza
- Dermatitis
- Vértigos o mareos
- Desvanecimiento o desmayo



- Dolores abdominales
- Irritación de los ojos

3) Precauciones para las personas:

- a) No ingerir o tener contacto con la piel, o con los ojos, ya que produce irritación.
- b) Usar delantal y guantes de PVC, además de los lentes de seguridad.
- c) Todo recipiente que contenga PCB deberá estar herméticamente cerrado.
- d) Se deberá almacenar en lugares donde no se realice colación.
- e) Se prohíbe fumar en los lugares donde se trabaje con PCBs, se debe evitar cuando la temperatura sobrepase los 60 °C, ya que a esta temperatura se generan vapores altamente tóxicos.
- g) Al manipular sobre los 60°C se deberá usar máscara con aire forzado o máscara con filtro orgánico.
- h) No usar la ropa contaminada.
- i) Al contaminarse la piel, retire el PCB de ella lavando con agua y jabón neutro, ya que el PCB se mezcla fácilmente con la grasa de la piel, facilitando así su ingreso al torrente sanguíneo. Su contacto prolongado puede producir fisuras y sequedad de la piel. No se recomienda el uso de solventes para limpiar la piel
- j) El agua producto de esta limpieza no debe llegar al medio ambiente debido a que la familia de los PCB no son biodegradables.
- k) En caso de contacto con los ojos se debe lavar con abundante agua por espacio de 15 minutos.

Primeros Auxilios:

- Contacto con la piel: Lave con agua tibia y jabón, no use solventes, coloque al final vaselina.
- Salpicadura en los ojos: Lave con una solución de ácido bórico al 3%, o sal común al 1,3%, o use agua corriente.
- Aspiración de vapores: Sacar al afectado al aire fresco y aplique oxígeno.
- Ingestión de PCB: De a beber sulfato de sodio, 1 cucharada sopera disuelta en 250 ml de agua, o tomar Vaselina líquida (+ ó – 3 ml por kg). Por ejemplo una persona que pesa 70 kg deberá tomar 210 ml de vaselina líquida.

Tratamientos para la Eliminación de PCB.

El PCB, según la legislación vigente, debe ser eliminado por completo tanto del envase que lo contiene como del aceite, vale decir, en las aplicaciones cerradas se entiende como el equipo que lo contenga, ya sea transformador, capacitor o tambor de almacenamiento.

Existen tratamientos en los cuales tanto el equipo o envase contenedor de aceite PCB se incineran, sin embargo otros tratamientos consideran la recuperación del equipo o metal y aceite dieléctrico, eliminando solo la fracción de PCB contenida en el fluido dieléctrico.

A continuación se muestra la tabla N° 7, en la cual se puede apreciar el tratamiento, su principal característica y la situación nacional.



Nombre Tratamiento	Características Principales	Aplicaciones en Chile
<i>INCINERACIÓN</i>	Eliminación total de PCBs Fundición de metales para reúso	No existe, sin embargo, hay una empresa autorizada para la exportación de aceites y equipos contaminados con PCB para su incineración en Francia.
<i>DISPOSICIÓN EN VERTEDEROS DE SEGURIDAD</i>	Sujeto a protocolos y autorizaciones.	No existe vertedero autorizado para tales fines.
<i>ENTERRAMIENTO EN MINAS ABANDONADAS</i>	Debidamente encapsulados y sellados Sujeto a protocolos y autorizaciones.	No existe mina abandonada autorizada para enterrar residuos contaminados con PCB
<i>TECNOLOGÍA ECO-LOGIC</i>	Proceso original según el cual los transformadores, tras un tratamiento previo, son tratados con hidrógeno a elevadas temperaturas. Los transformadores no se recuperan como tales.	No existe esta tecnología en el País.
<i>TECNOLOGÍA AMECGEOMELT</i>	Mediante una tecnología de solidificación de la que resulta un producto sólido inerte y no lixiviable que puede descargarse en terraplén.	No existe esta tecnología en el País.
<i>RETRO-ALIMENTACIÓN</i>	Consiste en el drenaje de aceite de PCB del transformador, descontaminación de este aceite y reinyección del producto descontaminado para la reutilización del transformador.	Tratamiento Prohibido según el convenio de Estocolmo, pues supone una dilución del PCB.
<i>DESGUAZAMIENTO Y SEGREGACIÓN</i>	Referido a transformadores con bajo nivel de contaminación (menor a 500ppm). Consiste básicamente en el retiro del aceite contaminado y el enjuague y el llenado con aceite limpio. Los residuos (aceite contaminado, trapos, ropa, etc.) deberán ser eliminados por métodos de destrucción térmica. Tiene como ventajas que las máquinas se recuperan para la explotación, y los volúmenes a eliminar resultan sensiblemente menores. Desmantelamiento Descontaminación adicional (solventes) Segregación de metales Hasta concentraciones de 500 ppm.	No existe la tecnología en Chile.



Nombre Tratamiento	Características Principales	Aplicaciones en Chile
LAVADO CON SOLVENTES	Se extrae el PCB hacia uno o más contenedores hasta el total vaciado del mismo. Seguidamente se procede a una fase de lavado con la colaboración de un solvente proveniente de un depósito, para eliminar mayoritariamente el PCB que impregna las paredes interiores del transformador, siendo el producto resultante enviado también a los contenedores y procediéndose seguidamente a la eliminación de los gases generados por el disolvente que, debidamente controlados, pasan a la atmósfera. Seguidamente se procede a un nuevo lavado del transformador, en este caso con aceite dieléctrico suministrado desde contenedores, repitiéndose varias veces este lavado, en circuito cerrado, haciendo pasar el aceite por un equipo de tratamiento donde se lleva a cabo una diálisis o filtrado constante del aceite hasta que éste alcanza los parámetros preestablecidos al respecto quedando finalmente en el seno del transformador como medio dieléctrico y de refrigeración del mismo.	No existe la tecnología en el país.
CDP PROGRESS	Proceso de deshalogenación que reemplaza los átomos de cloro de la molécula de PCB, mediante un mecanismo de sustitución nucleofílica e hidrodeshalogenación. Recuperación del equipo y del aceite Es posible operar con el equipo en funcionamiento. Máxima concentración aplicable 10 000 ppm. Trabaja a bajas temperaturas y en ciclo cerrado. Plantas móviles de operación.	No existe esta tecnología en el País.



Nombre Tratamiento	Características Principales	Aplicaciones en Chile
DECLORINACION	Consiste en la eliminación selectiva de los átomos de cloro de las moléculas de PCB, a través de diferentes reactivos que en general son sodio o litio metálicos, los cuales reaccionan con el cloro formando sales y en el lugar de estos ingresan radicales orgánicos de sustitución y átomos de hidrogeno. Recuperación del equipo y del aceite. Plantas móviles en operación. Riesgo de incendio por temperaturas de operación mayores a la de ignición del aceite Difícil operación al requerir un ambiente sin humedad, ya que, el sodio o litio metálico reaccionan con el agua, formando gas hidrogeno, un gas altamente explosivo.	Transformadores CH. A través de una unidad móvil descontaminadora llamada “Unidad MPU ENERVAC”.

Tabla 7: Tratamientos para la Eliminación de los PCB.

El marco legal aplicable al manejo de pasivos ambientales peligrosos y equipos contaminados con PCB en Chile, es clara según lo acordado por Chile en el Convenio de Estocolmo, que prohíbe su uso e indica su eliminación total para antes del año 2028; sin embargo es aún muy pobre con respecto a las tecnologías disponibles para su eliminación, vale decir, en Chile no está aprobado por el Ministerio de Salud ningún tratamiento para la descontaminación de aceites, ni equipos con PCB. Por lo tanto la única opción para empresas portadoras de equipos contaminados es su envío a países, que estén autorizados a recibir estos residuos peligrosos para su eliminación a través de la incineración. Cabe estacar, la segunda lectura de la condición actual de nuestro país, que es necesario aprobar un Plan de Manejo Racionalmente Sustentable para la Eliminación de los PCB.

Marco Legal Aplicable al Manejo de Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB

Principios de Legislación Ambiental Internacional

- El que contamina paga: El generador de residuos es el responsable de ellos, debe internalizar los costos del manejo y disposición final de los mismos. Muchas veces, se piensa que se puede contaminar libremente mientras se pueda pagar, ante esto se establecen límites mediante normas y sistemas de calidad que contienen valores acotados, ya que el dinero no es la solución en el manejo de los residuos sino la minimización de estos.
- Equidad: Para un manejo adecuado de residuos se debe mantener un espíritu de igualdad y solidaridad social en la distribución de recursos, tareas, deberes y derechos.
- Gradualidad: Existe una gradualidad razonable en la aplicación de leyes y normas en el manejo de residuos, también en el trabajo interno que desarrolla una



organización, si bien no todos los aspectos se estén llevando a cabo, si hay metas a corto, mediano o largo plazo para ejecutar las proyecciones de los objetivos planteados, entonces se considera que se está avanzando.

- **Principio de Normalización:** Se deben establecer estándares mínimos para el manejo de residuos en las etapas de generación, transporte, recuperación, tratamiento y disposición según la legislación actual. Ante la fiscalización se debe presentar el cumplimiento de lo establecido en la norma, aunque es meritorio aplicar otros principios, políticas y fundamentos que nos ayuden a superar estándares comunes.
- **Principio Precautorio:** Consiste en prevenir riesgos derivados de la producción de residuos, sobre la base de antecedentes razonables que conduzcan a establecer que éstos pueden producir efectos nocivos para la salud. Este principio considera regular, limitar o impedir la generación, aun cuando no existan las pruebas o certidumbres científicas concluyentes del posible daño.
- **Principio Preventivo:** Se trata de prevenir la generación de residuos en el origen y enfocarse en minimizar las cantidades y riesgos utilizando insumos amigables con el medio ambiente, reduciendo el material de envasado y recuperando el material reciclable.
- **Racionalidad económica:** Se debe asegurar que las decisiones tomadas por los distintos grupos de interés sean racionales desde el punto de vista económico, es decir que minimicen los costos sociales y maximicen los beneficios sociales.
- **Responsabilidad de la cuna a la tumba:** La responsabilidad del manejo de residuos cae íntegramente en el generador durante toda la vida de éste, es decir, desde su generación hasta su eliminación. Esto implica que el generador es responsable del almacenamiento, recolección, transporte y disposición final, ya sea por sus propios medios o por la contratación de algún externo, asegurando en todo momento el cumplimiento de la legislación vigente.

Elementos Básicos para el Manejo de Residuos

Un residuo caracterizado está condicionado a un manejo en etapas bien definidas que permiten reducir cualquier riesgo a la salud de las personas e impacto al medio ambiente. Las principales etapas en la vida del residuo son: generación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento si existe la opción y finalmente su disposición final en un sitio adecuado para su eliminación.

Cabe destacar que las etapas citadas en el párrafo anterior constituyen un ciclo, por cada generación, pero en el caso de estudio este ciclo sólo se llevara a cabo una vez, ya que, considera una existencia puntual.



Generación de Residuos

Se generan los residuos cuando un material pierde su valor funcional o económico.

La minimización en el origen, dentro de un plan de manejo de residuos, se convierte en una de las alternativas más eficaces para controlar y reducir la generación de residuos.

Segregación y Almacenamiento en el Origen

Los residuos son manipulados de acuerdo a un procedimiento y van a algún tipo de contenedor o punto de acopio antes de darles eliminación; también puede incluir la carga del contenedor que almacena al residuo o el traslado hasta el punto de recogida o transporte de recolección.

Se debe tener precaución al almacenar los residuos, debido a que pueden causar daño a la salud humana y medio ambiente o asociar características negativas al punto generador, debido a la estética del lugar, se deben buscar espacios libres o con estructuras protectoras dependiendo del tipo de residuo, bien señalizados y ordenados. Generalmente el costo de almacenar los residuos en el origen es asumido por el generador, independiente de que el contenedor le sea proveído.

Recolección

Esta tarea incluye la recogida del residuo, el carguío al vehículo recolector y transporte de los residuos o materiales reciclables al lugar de disposición final en donde el móvil que los transporta realiza su descarga. El carguío del contenedor puede ser manual o mecanizado por medio del vehículo dependiendo de la cantidad de residuo que se desea recolectar.

Para una recolección y transporte eficiente debemos contar con: un programa de retiro de acuerdo al número de puntos de generación, cantidad de residuos generados, distancia recorrida y tiempo empleado en cumplir la operación; equipos móviles de carguío para cada tipo de residuo y un documento que compruebe la operación para efectos de control del programa de retiro y estadística del movimiento de masa.

Se debe evaluar la relación entre la cantidad de generada, la distancia y el tiempo empleados en el traslado al recolectar los residuos. Esto permite tener un manejo de recursos y logística eficiente dentro de la gestión.

Son muchas las ventajas que trae un programa de retiro bien planificado, se disminuyen basurales no autorizados, desaparecen problemas externos tales como el clima o la intervención de animales, se reduce la emisión de material particulado y CO₂ por tonelada recogida, se regulan los tiempos de movimiento de masa tanto en la generación como en la disposición final y se profesionaliza la labor de los operarios de equipos para la recolección y transporte mediante la capacitación en procedimientos, prevención de riesgos, planes de manejo y conocimiento del sistema de gestión de residuos.

Una vez implementado algún programa de minimización, la recolección en forma segregada a distintos tipos de contenedores con sus respectivos colores permite un ahorro en los costos y una fácil recuperación de materiales de reciclaje clasificados.



Tratamientos y otros Procesos

Esta etapa de la gestión comprende los procesos físicos, químicos y/o biológicos para valorizar los residuos o inertizarlos para su disposición final. Finalmente puede ser llevada a cabo dentro o fuera del punto de generación.

Transporte

Este elemento podría estar compuesto de dos etapas, la primera es el transporte de residuos desde el móvil que los recolectó en la generación hasta un sitio de transferencia con un equipo de menor capacidad, generalmente son las llamadas estaciones de transferencia y la segunda es el transporte desde la estación de transferencia, con un equipo móvil de mayor capacidad que recorre grandes distancias hasta un último destino, es decir, a un sitio de disposición final. En la mayoría de los casos el móvil tendrá un sistema mecánico de levante para almacenar los residuos para su traslado.

Eliminación o Disposición Final

Se entiende por disposición final colocar el residuo en un sitio bajo tierra, en la actualidad la disposición final se realiza en vertederos autorizados, rellenos sanitarios o de seguridad.

Los rellenos sanitarios son presentados como un proyecto de ingeniería con ciertas especificaciones técnicas para su operación, los residuos son depositados en el suelo dentro de la tierra y luego cubiertos con una cobertura fina del mismo material en forma ordenada a través un programa de celdas; se toman todas las precauciones necesarias para evitar riesgos y peligros a la salud de las personas e impactos al medio ambiente evitando la proliferación de vectores y malos olores.

En su construcción primero se impermeabiliza el fondo y las caras laterales, algunos sistemas exigidos en el proyecto son el de drenaje de aguas lluvias y líquidos percolados que deben ser enviadas a plantas depuradoras antes de ser vertidas a causes de agua o un sistema de recolección de gases producidos por la descomposición de residuos.

En caso de estar sobre algún tipo de napa de agua subterránea se hace necesario un monitoreo de la calidad del agua en el sector del relleno. Cuando se cierra definitivamente se deja el sitio intervenido lo más integrado posible al paisaje y se continua con los monitoreos después del abandono, controlando la acumulación de gases y sustancias tóxicas que se puedan producir.

Legislación Vigente con respecto a los Residuos Peligros.

Constitución Política del Estado

La Constitución del país en el capítulo III de los deberes y derechos constitucionales, en el artículo 19 N° 8 asegura a todas las personas “el derecho de vivir en un medio ambiente libre de contaminación”. “Es deber del Estado velar para que este derecho no sea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza. La ley podrá establecer restricciones específicas al ejercicio de determinados derechos o libertades para proteger el medio ambiente”.



Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes

Celebrado en Estocolmo, Suecia donde Chile suscribió el convenio el día 23/5/2001 y lo ratificó el 20/01/2005 (D. No 38 de 2005), el convenio tiene como fin último proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los contaminantes orgánicos persistentes. En concreto la eliminación progresiva y sostenida de los PCB, vale decir, el plan considera el período de tiempo que va desde el año 2006 hasta el año 2028.

Los Compromisos del Convenio de Estocolmo

El Anexo A del Convenio se estructura en dos Partes. La primera regula la eliminación de nueve productos químicos, estableciendo las actividades sujetas a control (producción y uso) y las exenciones específicas por países permitida para cada contaminante.

La Parte II del Anexo A trata en particular los PCB. Los objetivos principales del Convenio respecto de este producto químico son:

Detener de inmediato la producción de nuevos PCB. El Anexo A estipula que todas las partes dejen de producir de inmediato nuevos PCB; eliminar para el año 2025 el uso de equipos con PCB existentes. (Los usos permitidos quedan sujetos a condiciones y restricciones); lograr cuanto antes, y a más tardar para el año 2028, la gestión ambientalmente racional de desechos de PCB.

En cuanto a la eliminación del uso actual de equipos que utilicen PCB, el Convenio prescribe que las Partes:

1. Deberán eliminar el uso actual de equipos que contengan PCB para el año 2025. Para esto, las Partes deberán realizar esfuerzos decididos por identificar, etiquetar y retirar de uso todo equipo que contenga $>10\%$ ó $>0.05\%$ y >5 litros de PCB; esforzarse por identificar y retirar de uso todo equipo que contenga $>0.005\%$ (50ppm) y >0.05 litros de PCB. En esta tarea se debe dar más prioridad al equipo que tenga niveles más elevados de PCB.
2. Deberán promover medidas para reducir exposiciones y riesgos, el Convenio señala las siguientes medidas para obtener este objetivo:
 - i) Utilizar PCB sólo en equipo sellado e inmóvil y solamente en zonas en que el riesgo de liberación pueda reducirse a un mínimo y que puedan descontaminarse rápidamente.
 - ii) Eliminación del uso en equipos situados en zonas en que se produzcan o elaboren alimentos para seres humanos o animales.
 - iii) Cuando se utilicen en zonas pobladas (escuelas, hospitales, etc.) deberán adoptar todas las medidas razonables de protección contra cortes de electricidad que pudiesen provocar incendios y realizar inspecciones periódicas para detectar posibles fugas en los equipos.
3. No exportarán ni importarán equipos con PCB salvo para fines de gestión ambientalmente racional (GAR) de desechos.
4. No recuperarán líquidos que contengan más de 0.005% de PCB para reutilización en otros equipos, excepto para mantenimiento y reparación.



5. Realizarán esfuerzos decididos para lograr la gestión ambientalmente racional de desechos que contengan $>0.005\%$ de PCB tan pronto como sea posible y a más tardar en 2028 se esforzarán por identificar artículos que contengan $>0.005\%$ de PCB para su gestión ambientalmente racional.

Cada cinco años los países signatarios deben informar a la Conferencia de las Partes (COP) de sus avances en la eliminación de PCB. La COP revisará cada cinco años los avances hacia las metas previstas para los años 2025 y 2028. En cuanto a las exenciones específicas para el PCB, el Convenio prescribe que todas las Partes podrán gozar de las exenciones contempladas para su uso sin necesidad de registrarlas.

Decretos Fuerza Ley

D.F.L. N°1/1989 del MINSAL; “Determina las Materias que Requieren Autorización Sanitaria Expresa” (Artículo 1).

Numeral 22: Funcionamiento de obras destinadas a la evacuación, tratamiento o disposición final de residuos industriales.

Numeral 25: Instalación de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase.

Numeral 44: Acumulación y disposición final de residuos dentro del predio industrial, local o lugar de trabajo cuando los residuos sean inflamables, explosivos o considerados peligrosos.

DFL N° 725/1967 del Ministerio de Salud, más conocido como “Código Sanitario” en el Libro tercero, Título II de la Higiene y Seguridad del Ambiente en el Párrafo III de los desperdicios y; en el artículo 78 “el reglamento fijará las condiciones de saneamiento y seguridad relativas a la acumulación selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras o desperdicios”; en el artículo 79 “Para proceder a la construcción, reparación, modificación y ampliación de cualquier planta de tratamiento de basuras y desperdicios de cualquier clase, será necesaria la aprobación previa del proyecto por el Servicio Nacional de Salud” y en el artículo 80 “Corresponde al Servicio Nacional de Salud autorizar la instalación y vigilar el funcionamiento de todo lugar destinado a la acumulación, selección, industrialización, comercio o disposición final de basuras y desperdicios de cualquier clase”.

Ley

Bajo el gobierno de Patricio Aylwin en el año 1994 nació la Ley N° 19.300 sobre “Bases Generales del Medio Ambiente”, la que entregó una serie de instrumentos legales que permitieron llenar un vacío importante en el ordenamiento jurídico chileno, al estructurar por primera vez un sistema normativo ambiental para el país. Dentro de ella se pueden encontrar los siguientes artículos que hacen referencia al manejo de residuos:

Título I. De las disposiciones generales

Artículo 1°. “El derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del



patrimonio ambiental se regularán por las disposiciones de esta ley, sin perjuicio de lo que otras normas legales establezcan sobre la materia”.

Artículo 3º. “Sin perjuicio de las sanciones que señale la ley, todo el que culposa o dolosamente cause daño al medio ambiente, estará obligado a repararlo materialmente, a su costo, si ello fuere posible, e indemnizarlo en conformidad a la ley”.

Título II. De los instrumentos de gestión ambiental

Artículo 10. “Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental”

Los siguientes se aplican al manejo de residuos

ñ) “Producción, almacenamiento, transporte, disposición o reutilización habituales de sustancias tóxicas, explosivas, radioactivas, inflamables, corrosivas o reactivas”.

o) Plantas de tratamiento y/o disposición de residuos peligrosos.

Decretos Supremos

DS N° 95/2002 “Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental del MINSEGPRES” [11]

Título I. Disposiciones Generales.

Artículo 1. “Este reglamento establece las disposiciones por las cuales se regirá el “Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y la Participación de la Comunidad, de conformidad con los preceptos de la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente”.

DS 148/2004 “Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos”

Titulo I. Disposiciones Generales

Artículo 1. “Este reglamento establece las condiciones sanitarias y de seguridad mínimas a las que deberá someterse la generación, tenencia, almacenamiento, transporte, tratamiento, reúso, reciclaje, disposición final y otras formas de eliminación de residuos peligrosos”.

El 16 de junio de 2005 entró en vigencia el Reglamento de Residuos Sólidos DS N°148 que se enmarca en la “Política Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos”, donde se establecen normas claras para todos los actores involucrados: generadores, transportistas y empresas de eliminación de residuos. Todo ello controlado por la Autoridad Sanitaria Regional.

Este reglamento fija los criterios para la clasificación de los residuos como peligrosos, entrega también, los procedimientos analíticos para determinar dichas características de peligrosidad. Además, establece listados que permitirán a las empresas identificar de



una manera simplificada los residuos peligrosos que generan y la clasificación según la cantidad generada para presentar un plan de manejo de residuos peligrosos.

Título III. De la Generación

Artículo 25. “Las instalaciones, establecimientos o actividades que anualmente den origen a más de 12 kilogramos de residuos tóxicos agudos o a más de 12 toneladas de residuos peligrosos que presenten cualquier otra característica de peligrosidad deberán contar con un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos presentado ante la Autoridad Sanitaria.

El Generador deberá presentar dicho Plan ante la respectiva Autoridad Sanitaria. Las instalaciones, establecimientos o actividades que se encuentren en esta situación serán identificadas por dicha Autoridad mediante un número identificador.

El Plan deberá ser diseñado por un profesional e incluirá todos los procedimientos técnicos y administrativos necesarios para lograr que el manejo interno y la eliminación de los residuos se realice con el menor riesgo posible.

Toda modificación del Plan deberá ser previamente presentada ante la Autoridad Sanitaria.

DS N° 298/1994 del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones. “Reglamento de Transporte y Cargas Peligrosas por calles y caminos”

Disposiciones Preliminares

Artículo 1. “El presente reglamento establece las condiciones, normas y procedimientos aplicables al transporte de carga, por calles y caminos, de sustancias o productos que por sus características, sean peligrosas o representen riesgos para la salud de las personas, para la seguridad pública o el medio ambiente”.

De los vehículos y su equipamiento.

Artículo 4. “Durante las operaciones de carga, transporte, descarga, transbordo y limpieza, los vehículos deberán portar los rótulos a que se refiere la Norma Chilena Oficial NCh2190.Of93, los que deberán ser fácilmente visibles por personas situadas al frente, atrás o a los costados de los vehículos”.

Artículo 7. “El embalaje externo de estas sustancias deberá estar enmarcado y etiquetado de acuerdo con la correspondiente clasificación y tipo de riesgo, de conformidad con lo establecido en la Norma Chilena Oficial NCh2190.Of93”.

DS N° 594/2000 MINSAL. “Reglamento sobre Condiciones Sanitarias Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo”

Título II. Del Saneamiento Básico de los Lugares de Trabajo.

Párrafo I. De las Condiciones Generales de Construcción y Sanitarias.

Artículo 5. “Para efectos del presente reglamento se entenderá por sustancias tóxicas, corrosivas, peligrosas, infecciosas, radioactivas, venenosas, explosivas o inflamables aquellas definidas en la Norma Chilena Oficial NCH 382. Of 2004”



Párrafo III. De la Disposición de Residuos Industriales Líquidos y Sólidos.

Artículo 18. “La acumulación, tratamiento y disposición final de residuos industriales dentro del predio industrial, local o lugar de trabajo, deberá contar con la autorización sanitaria. Para los efectos del presente reglamento se entenderá por residuo industrial todo aquel residuo sólido o líquido, o combinación de éstos, provenientes de los procesos industriales y que por sus características físicas, químicas o microbiológicas no pueden asimilarse a residuos domésticos”.

Artículo 19. “Las empresas que realicen el tratamiento o disposición final de sus residuos industriales fuera del predio, sea directamente o a través de la contratación de terceros, deberán contar con autorización sanitaria, previo al inicio de tales actividades. Para obtener dicha autorización, la empresa que produce los residuos industriales deberá presentar los antecedentes que acrediten que tanto el transporte, el tratamiento, como la disposición final es realizada por personas o empresas debidamente autorizadas por el Servicio de Salud correspondiente”

Artículo 20. “En todos los casos, sea que el tratamiento y/o disposición final de los residuos industriales se realice fuera o dentro del predio industrial, la empresa, previo al inicio de tales actividades, deberá presentar a la autoridad sanitaria una declaración en que conste la cantidad y calidad de los residuos industriales que genere, diferenciando claramente los residuos industriales peligrosos”.

DS N° 655/1941 del Ministerio del Trabajo y Previsión Social. “Reglamento de Higiene y Seguridad”

Artículo 16. “En ningún caso podrán incorporarse en los subsuelos o arrojar en los canales de regadío, acueductos, ríos, esteros, quebradas, lagos, lagunas o embalses, o en masas o en cursos de agua en general, las aguas servidas de origen doméstico, los residuos o relaves industriales o las aguas contaminadas resultantes de manipulaciones químicas o de otra naturaleza, sin ser previamente sometidas a los tratamientos de neutralización, o depuración que prescriban en cada caso los reglamentos sanitarios vigentes o que se dicten en el futuro efecto”.

DS N° 685/1992 del Ministerio de Relaciones Exteriores. “Convenio de Basilea”

El movimiento transfronterizo de desechos peligrosos es regulado internacionalmente por el Convenio de Basilea, los residuos considerados peligrosos para el ser humano o el medio ambiente en general presentan características tóxicas, venenosas, explosivas, reactivas, corrosivas, inflamables o infecciosas.

Al reducir y controlar la peligrosidad de los residuos estamos asegurando la salud humana y la protección al medio ambiente.

El convenio a través de su organización pretende controlar todo movimiento transfronterizo de desechos peligrosos, monitorear y prevenir el tráfico ilícito, proveer asistencia en el manejo de este tipo de residuos y desarrollar guías técnicas.

Algunas obligaciones generales para países que pertenecen al convenio:

- Se prohíbe exportar o importar residuos peligrosos y otros residuos con destino a o procedentes un Estado que no sea parte del Convenio.



- No podrá exportarse ningún residuo si el Estado de importación no ha dado por escrito su aprobación específica para la importación de estos residuos.
- Deben comunicarse a los Estados afectados la información sobre los movimientos transfronterizos propuestos por medio de un formulario de notificación a fin de que puedan evaluar las consecuencias de los movimientos de que se trata para la salud humana y el medio ambiente.
- Únicamente deben autorizarse los movimientos transfronterizos de residuos cuando su transporte y eliminación estén exentos de peligro.
- Los residuos que deban ser objeto de un movimiento transfronterizo deben embalsarse, etiquetarse y transportarse con arreglo a las normas internacionales e ir acompañados de un documento de movimiento desde el lugar de origen del movimiento hasta el lugar de eliminación.
- Toda parte del Convenio podrá imponer condiciones suplementarias siempre y cuando sean compatibles con el Convenio.

Resoluciones

Resolución Exenta N° 610/ 1982 de la Superintendencia de Servicios Eléctrico y Combustibles prohíbe su uso como fluido dieléctrico en transformadores, condensadores y cualquier otro equipo eléctrico. Además, se señala que aquellos equipos eléctricos que presenten PCB como dieléctricos, podrán seguir en funcionamiento, hasta el momento que deben ser cambiados, el cual no debe presentar este tipo de compuesto.

Resolución Exenta N° 714/2002 de la Subsecretaría de Salud. “Dispone de la Lista de Sustancias Peligrosas para la Salud”, en la cual están incluidos los PCB expresamente, ya que, indica que requieren autorización expresa para su importación.

Normas

Norma Oficial NCh 382 Of.2004, del Instituto Nacional de Normalización. “Sustancias Peligrosas Clasificación General”

Norma Oficial NCh 2190 Of.2003, del Instituto Nacional de Normalización. “Transporte de Sustancias Peligrosas. Distintivos para la identificación de riesgos”.

Norma Oficial NCh 2353 Of.1996, del Instituto Nacional de Normalización. “Sustancias Peligrosas. Transporte por carreteras. Hoja de datos de seguridad”.

Norma Oficial NCh 2979 Of.2005, del Instituto Nacional de Normalización. “Sustancias Peligrosas. Segregación y Embalaje o Envase en el transporte”.



CAPITULO III: Descripción de las Alternativas para el Plan de Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en las SSEE EFE y Equipos Contaminados con PCB.

El presente capítulo tiene el fin de describir las dos alternativas para el Plan de Manejo, la primera considera tecnología internacional y la segunda está basada en el mercado nacional.

Las alternativas para el Plan de Manejo deben contener las siguientes consideraciones mostradas en la tabla N° 8:

Elemento	Destino Final
Pasivos Ambientales Peligrosos	Eliminación total.
Equipos Contaminados con PCB	Descontaminación, en condiciones de continuar operativos o en calidad de repuestos.

Tabla 8: Objetivos del Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.

Ahora bien, la estrategia de eliminación para los pasivos ambientales peligrosos debe separarse entre aquellos que están contaminados con PCB y los que están libres de PCB. Y se debe privilegiar la alternativa que considere la valorización del metal y el aceite dieléctrico y la disposición final como última opción para los componentes de un transformador irrecuperables como lo son los aisladores.

Los pasivos ambientales contaminados con PCB, deberán ser tratados con especial cautela, ya que, deben según el Convenio de Estocolmo ratificado por Chile el año 1995, debe estar eliminado todo el material contaminado con PCB antes del año 2025. Luego según el DS 148/04 deben estar almacenados en bodegas de residuos peligrosos y el tratamiento y/o disposición final debe ser a través de un operador autorizado, de manera tal, que un tratamiento para descontaminarlos o disponerlos debe hacerse con organismos que tengan autorización expresa para disponer o tratar material contaminado con PCB.

La alternativa que finalmente dictara, las pautas para el plan de manejo de pasivos ambientales peligrosos y equipos contaminados con PCB, será la que demuestre factibilidad técnica y además considere con la misma importancia la seguridad del medio ambiente, del personal a cargo, la población circundante y el manejo racional de los recursos tanto temporales como monetarios.

A continuación se describen las dos alternativas, denominándose respectivamente estructura 1 y 2 (Figura N° 2 y 3).

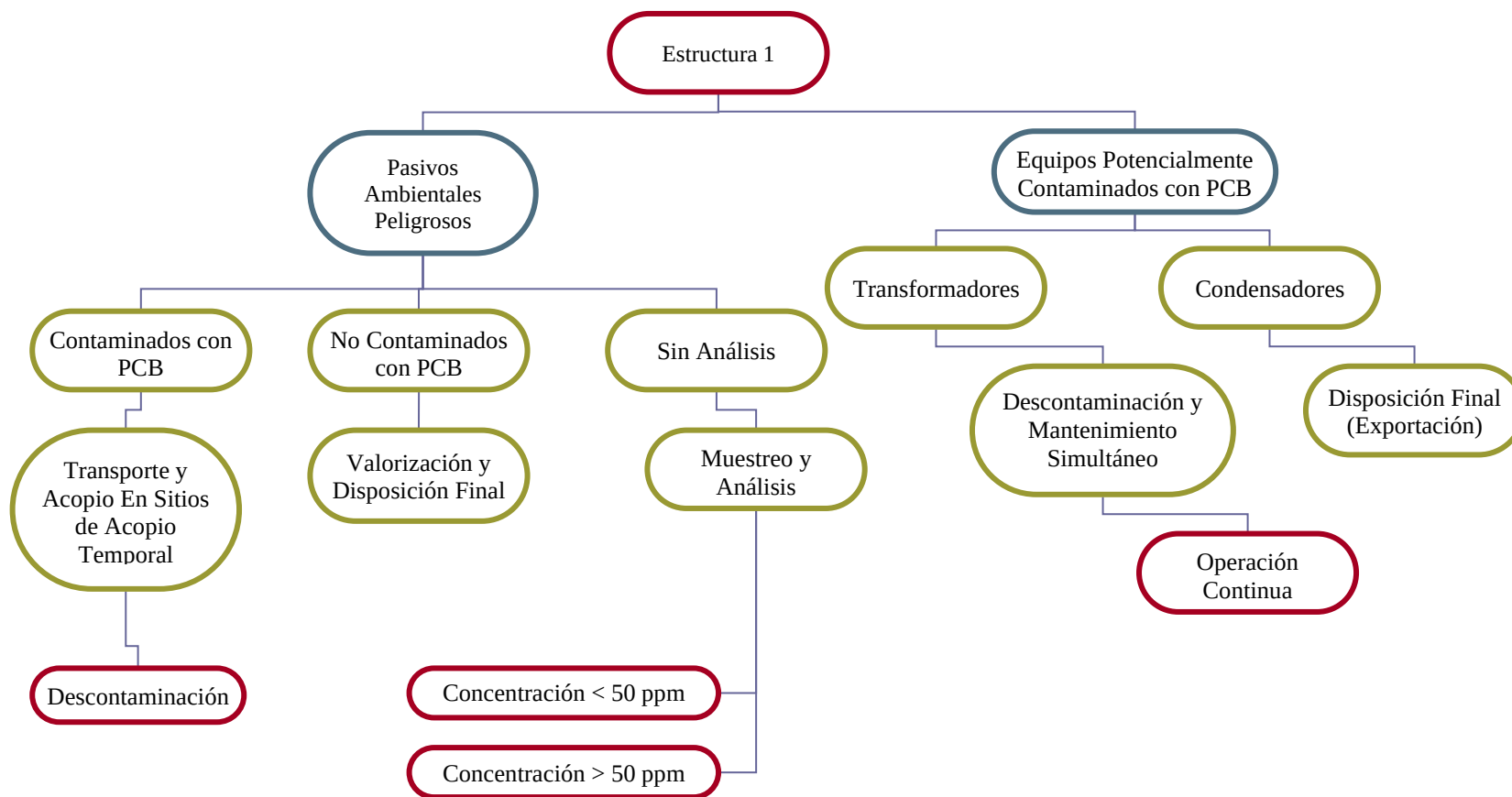


Figura 2: Primera Estructura a evaluar para el Plan de Manejo de Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.

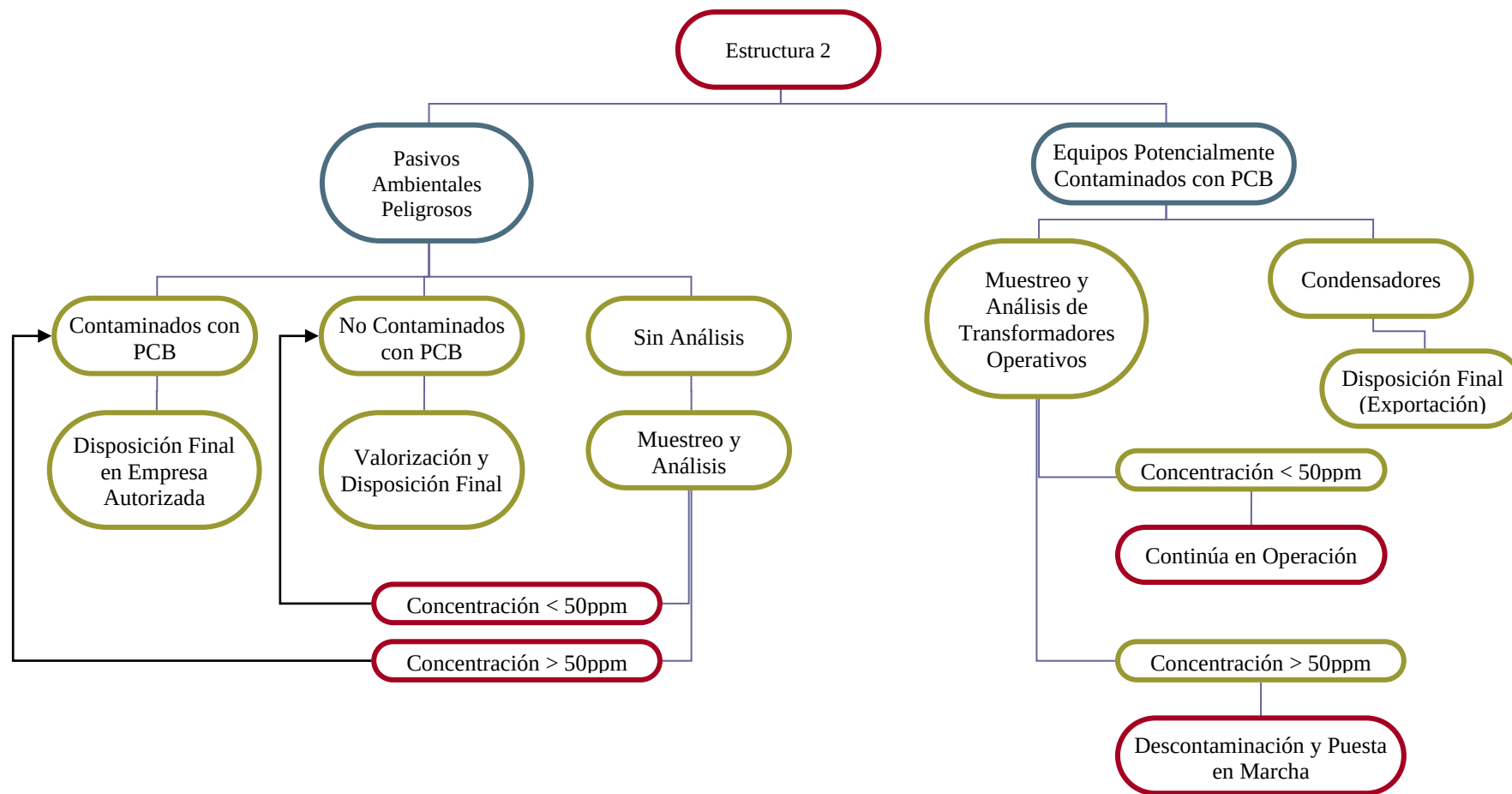


Figura 3: Segunda Estructura a evaluar para el Plan de Manejo de Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.



Metodología

La metodología para el desarrollo del plan es simple y se enfoca principalmente en flujos de información, que una vez analizados, van formando los elementos necesarios para componer el documento.

En primer lugar se definen los objetivos y aplicaciones que va a tener el documento, todo enmarcado dentro de las políticas de medio ambiente de la compañía y legislación aplicada existente. Los objetivos se presentan en la figura N° 4.

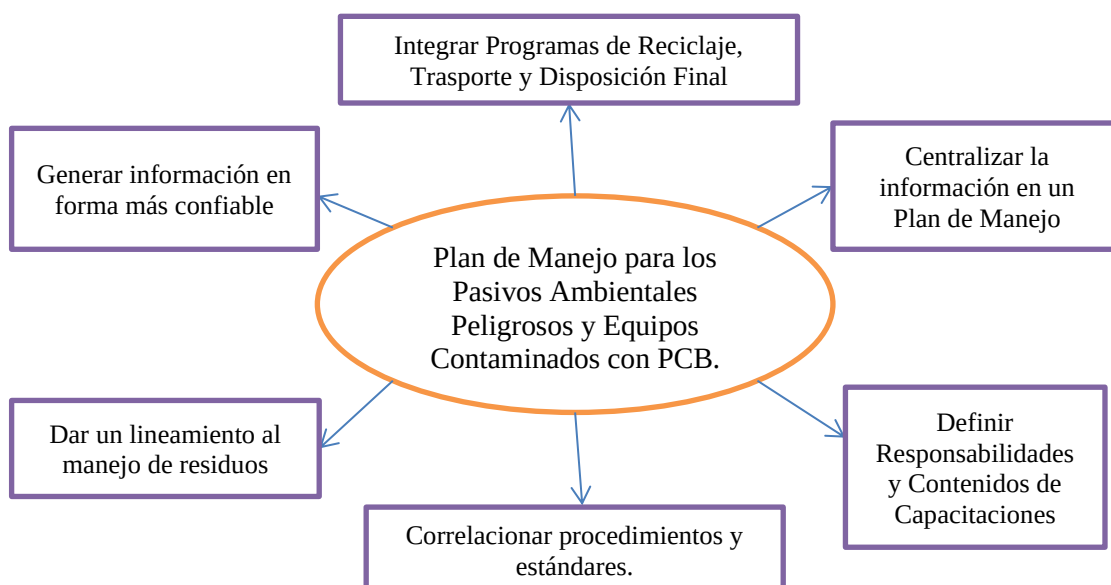


Figura 4: "Objetivos específicos del Plan de Manejo para Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB". Los objetivos deben converger hacia un mismo fin y se definen de acuerdo a las necesidades que implica cumplir con la política medioambiental de EFE.

En segundo lugar se levanta la información recopilada y existente; para cumplir con la legislación vigente de acuerdo a las políticas medioambientales de EFE. Una vez encontrada la información, ésta se analiza y se ingresa al Plan de manejo en forma estructurada y ordenada, como se puede ver en la figura N° 5.

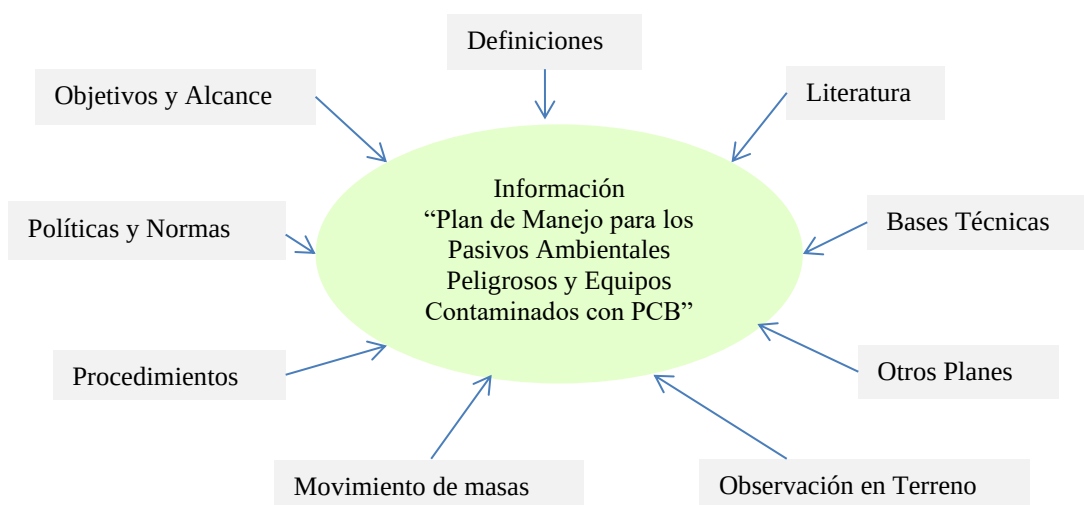


Figura 5: "Información ingresada al Plan de Manejo para Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB". Se analizan definiciones, bases técnicas, políticas, observaciones en terreno, procedimientos, normas y estadística antes de ingresar la información.



La información externa se obtuvo libros de gestión, revisión de la legislación aplicada, glosarios de definiciones, estudios de gestión ambiental y planes de manejo de otras compañías; como información interna se revisó la política medioambiental de EFE, historial de los pasivos y observaciones en terreno.

Específicamente el diseño del Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en las SSEE EFE y Equipos Contaminados con PCB. Estará estructurado en la base de una eliminación paulatina y racionalmente sustentable para dar cumplimiento a la legislación ambiental vigente en Chile.

Esta eliminación Paulatina está enfocada en la acción regional, para el manejo de los residuos peligrosos y equipos contaminados con PCB. En detalle se evaluarán dos estructuras desde los puntos técnico y económico para el Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en las SSEE EFE y Equipos Contaminados con PCB.

Estructura 1.

La Primera alternativa para evaluar, se modela con el siguiente figura N° 6:

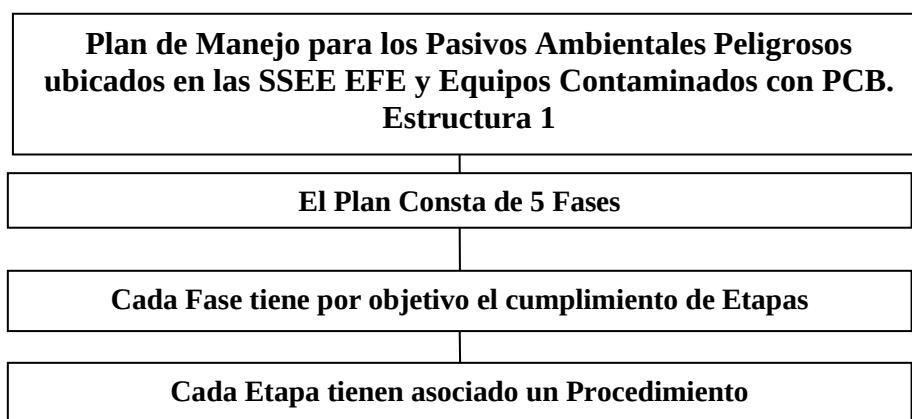


Figura 6: Modelo Estructura 1, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB

Esta estructura conlleva un plazo total de 9 años, plazo dividido para cada una de las fases como se muestra en la siguiente tabla N° 9.

Fase	Nombre	Plazo Estimado [años]
1	Regularización Sexta Región	1,5
2	Regularización Séptima Región	1,5
3	Regularización Octava Región	1,5
4	Regularización Novena Región	1,5
5	Descontaminación y Mantenimiento	3
Total Fases		9

Tabla 9: Fases, Estructura 1, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB



Las primeras 4 fases están comprendidas en 5 etapas, luego en la tabla N° 10 será posible apreciar las metas que tiene asociada cada etapa.

Etapas	Metas Por Etapa
1	Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Sin Análisis
2	Habilitación del Sitio de Acopio Temporal
3	Transporte y Acopio de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB en el Sitio de Acopio Temporal
4	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB
5	Disposición Final de los Condensadores

Tabla 10: Etapas, Estructura 1, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB

Por último la fase 5 tiene asociadas las etapas de Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos acopiados en los 4 sitios de almacenamiento temporal y la descontaminación de los equipos operativos.

Descripción Fases (1- 4).

A continuación se muestra en detalle la tabla N° 11, en la cual se indica la fase y las etapas correspondientes para cada región, dentro de las que se encuentran las 25 SSEE EFE.

Fase	Etapas	Metas Por Etapa
1, 2, 3 y 4	1	Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos sin análisis en las SSEE comprendidas en la sexta, séptima, octava y novena región.
	2	Habilitación del sitio de acopio temporal regional N° 1, 2, 3 y 4
	3	Transporte y Acopio de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB al sitio de Acopio Temporal.
	4	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la sexta, séptima, octava y novena región.
	5	Disposición Final de los condensadores ubicados en las SSEE comprendidas en la sexta, séptima, octava y novena región.

Tabla 11: Fases 1, 2, 3 y 4 para la regulación de las regiones sexta, séptima, octava y novena respectivamente de la estructura 1. Para el Plan de Manejo de Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.

Dentro de la metodología se definen los parámetros y criterios de decisión para la elaboración de los procedimientos, con el fin de dar cumplimiento a cada una de las etapas contenidas de las fases 1 a 4:

Etapa 1: Muestreo de los Pasivos Ambientales Sin Análisis de PCB.

Esta etapa contempla el muestreo de los Pasivos Ambientales sin análisis acopiados por SSEE.

Definiciones:

Pasivo Ambiental Sin Análisis: son todos aquellos equipos dados de baja, que su fecha de fabricación es antes del año 1982, año en que fue prohibido el uso de PCB como fluido mejorador de las propiedades dieléctricas del aceite utilizado en el interior de equipos eléctricos.



Se establecen los siguientes métodos para el muestreo y el análisis de aceite:

Para el muestreo, tanto del aceite dieléctrico contenido en transformadores y condensadores, se debe cumplir con la norma ASTM D- 923- 7 (Standard Practices for Sampling Electrical Insulating Liquids).

Para el análisis de laboratorio del aceite dieléctrico, se debe cumplir con la norma ASTM 4059 (Standard Test Method for Analysis of Polychlorinated Biphenyls in Insulating Liquids by Gas Chromatography).

Las empresas nacionales dedicadas al muestreo y análisis de aceite, con los criterios mencionados en los párrafos anteriores:

Agriquem S.A
S.G.S.

Finalmente esta etapa permitirá, reconocer los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB, los cuales deben ser etiquetados como tales. Los rótulos que deben ser utilizados se encuentran en la Anexo N° 2.

Etapa 2: Habilitación del Sitio de Acopio Temporal Regional.

La habilitación del Sitio de Acopio Temporal Contempla:

- La Instalación de acuerdo al DS 148/ 04.
- El Acopio de los pasivos ambientales peligrosos según lo señala el DS 148/ 04.
- La Autorización Sanitaria otorgada por el SEREMI de Salud competente en cada región.

Para Determinar los Sitios de Acopio Temporal:

Los parámetros, que se deben considerar para determinar el lugar de los sitios de acopio temporal son los siguientes:

- Unidades de Pasivos Ambientales Peligrosos contaminados con PCB por SSEE.
- Peso de los Pasivos Ambientales Peligrosos contaminados con PCB por SSEE.
- Dimensiones de los Pasivos Ambientales Peligrosos contaminados con PCB por SSEE
- Estado de los Pasivos Ambientales Peligrosos contaminados con PCB por SSEE. (presencia de filtraciones).
- Superficie disponible para establecer una bodega de residuos peligrosos.
- Distancia de los Pasivos Ambientales peligrosos contaminados con PCB al sitio de acopio temporal.
- Accesos viales de los lugares habilitados y posibilidad de instalación según el Plan Regulador Comunal.

Con estos seis parámetros, más los criterios que se muestran en la tabla N° 12, se determinará la ubicación de los cuatro sitios de acopio temporal



Parámetro	Criterio
Número de equipos contaminados con PCB por SSEE.	La SSEE destinada a sitio de acopio temporal regional deberá tener el máximo número, tonelaje, volumen y presencia de filtraciones en los equipos Contaminados con PCB.
Peso de los equipos contaminados con PCB por SSEE.	
Dimensiones de los equipos contaminados con PCB por SSEE.	
Estado de los equipos contaminados con PCB por SSEE. (Presencia de filtraciones).	
Superficie disponible para establecer una bodega de residuos peligrosos.	La SSEE destinada a sitio de acopio temporal regional deberá tener el mayor espacio disponible para la instalación de una bodega de residuos peligrosos
Distancia de los residuos peligrosos contaminados con PCB al sitio de acopio temporal	La SSEE destinada a sitio de acopio temporal regional deberá estar ubicada de manera tal, que la distancia recorrida por los residuos a transportar deberá ser mínima
Accesos viales de los lugares habilitados y posibilidad de instalación según el Plan Regulador Comunal.	La SSEE destinada a sitio de acopio temporal deberá tener los mejores accesos viales y estar ubicada en un sitio que el Plan regulador comunal autorice para el bodegaje de residuos peligrosos.

Tabla 12: Parámetros y Criterios para determinar los Sitios de Acopio Temporal para cada región.

Una vez seleccionadas las SSEE para los sitios de acopio temporal, estos debe cumplir con las exigencias descritas en el DS 148/ 04 Título VI, Parrado I, (Artículos 43- 51). La razón por la cual, estos sitios de acopio temporal deben cumplir con las exigencias de estos artículos es clara, ya que, el tiempo de almacenamiento de los residuos peligrosos contaminados con PCB, será mayor a 6 meses, por lo tanto y según el artículo 32, del Título IV, del DS 148/ 04 se debe cumplir con el Título VI, párrafo I del presente decreto supremo.

Cabe destacar, que el dimensionamiento de la bodega de pasivos ambientales peligrosos contaminados con PCB, será realizado en el peor de los escenarios, vale decir, bajo el supuesto que todo el material sin análisis está contaminado.

Finalmente en el figura N° 7, se observa la distribución básica para los Sitios de Acopio Temporal.

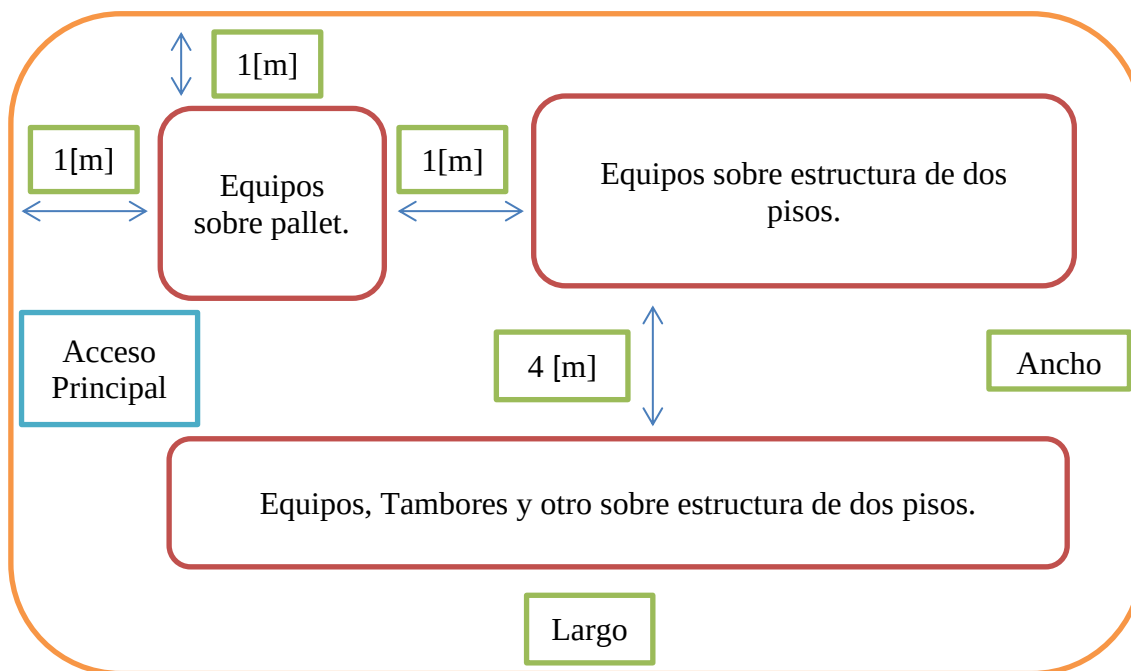


Figura 7: Distribución Básica para los Sitios de Acopio Temporal en cada región.

Luego las características técnicas seleccionadas para los Sitios de Acopio Temporal son las siguientes:

- Paredes de malla metálica Acma, con perfiles de fierro
- Techo plancha fibrocemento
- Suelo de cemento no poroso
- Puerta reja metálica Acma, de dos hojas
- Ventilación natural
- Pretil de contención
- Señalética según NCh 2190/2003
- Acceso restringido
- Equipos eléctricos, tambores y otros, en buen estado, sobre pallet y con filtraciones sobre bateas de contención.
- Equipos de seguridad, extintores de acuerdo a superficie a cubrir y tipo de incendio a extinguir.
- Registro de ingreso y salida de residuos de la bodega

En resumen, los artículos que se almacenaran en estos sitios son:

- Aceites usados, contaminados o no con PCB.
- Equipos con y sin aceite dieléctrico, contaminado o no con PCB.
- Envases vacíos que contuvieron sustancias peligrosas excepto inflamables.

Etapas 3. Transporte y Acopio de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB al Sitio de Acopio Temporal.

Los parámetros, que se deben considerar para definir el procedimiento de transporte y acopio de los pasivos ambientales peligrosos contaminados con PCB, son los siguientes:

- Unidades de Pasivos Ambientales Peligrosos contaminados con PCB por SSEE.
- Peso de los Pasivos Ambientales Peligrosos contaminados con PCB por SSEE.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

- Dimensiones de los Pasivos Ambientales Peligrosos contaminados con PCB por SSEE
- Estado de los Pasivos Ambientales Peligrosos contaminados con PCB por SSEE. (presencia de filtraciones).
- Características viales del sitio de salida y entrada de los Pasivos Ambientales Peligrosos contaminados con PCB por SSEE.
- Características de peligrosidad de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB.
- Se debe considerar el DS 148/ 04, D 298/ 95 y la NCh 2190/

Con estos cinco parámetros, es posible determinar el embalaje de los residuos, el procedimiento de carga, descarga y acopio, además de la capacidad y características que debe tener el vehículo de transporte (autorizado por la autoridad sanitaria para el traslado de residuos peligrosos), para efectuar el mínimo de viajes.

El transporte de los equipos, considerados pasivos ambientales en el presente estudio, debe ser realizado sobre pallet, forrados y acondicionados previamente en caso de tener fugas de aceite o bien estos equipos deben ser transportados en bateas exclusivas para este tipo de casos.

El pallet utilizado es de medida estándar 1000 mm * 1200 mm y las dimensiones propias de cada equipo las cuales se encuentran en el anexo N° 1, datos con los cuales se modela cuantos equipos pueden ser transportados por camión.

El transporte de residuos peligrosos, es realizado por diferentes empresas entre ellas:

- HIDRONOR S.A

Etap 4: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE.

Para aquellos residuos peligrosos que se encuentren libres de PCB. La estrategia de eliminación será la siguiente: A través de una empresa especializada en el traslado, gestión y valorización de las partes de un transformador, transportar directamente desde las SSEE eléctricas los equipos hacia el lugar de destino. En otras palabras estos equipos no entrarán a los sitios de acopio temporal.

Cabe destacar, que optar por esta alternativa en vez de la disposición final se considera ambientalmente sustentable y económicamente de menor costo, sin embargo son pocas las empresas nacionales que realizan este trabajo, por lo tanto, y dado el volumen y ubicación de estos pasivos es necesario considerar la opción de disposición final (sin valorización), la cual es realizada por las siguientes empresas:

- Hidronor Chile. -Befesa- Abengoa

Empresas nacionales autorizadas a la valorización de equipos eléctricos dados de baja:

- Manuel Llanos Bastias. -Manuel Valderrama Arevalo.



Etapas 5: Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE

Los condensadores son unidades selladas, para las cuales no hay tecnología disponible para su descontaminación y posterior puesta en marcha; debido a su elevada concentración de PCB, el único destino es la incineración para su disposición final. Por lo tanto estas unidades deben ser exportadas mediante un operador autorizado a incineración en países donde la importación de residuos peligrosos es posible.

La disposición final de los condensadores incluyen los siguientes pasos estratégicos, por región:

1. Estos se encontraran operativos hasta el momento de su traslado a la empresa encargada de la exportación para el tratamiento de eliminación.
2. Al término de cada fase, se deben retirar de las SSEE por medio de un vehículo autorizado, a través del procedimiento de traslado de condensadores contaminados con PCB a la empresa de encargada de la disposición final.
3. Se deben reponer el número original de condensadores en cada subestación eléctrica.

Finalmente esta operación está regulada por el convenio de Basilea ratificado por Chile el año 1992, el cual reglamenta el traslado transfronterizo de los residuos peligrosos. La disposición debe ajustarse a esta normativa y finaliza con un certificado de eliminación por parte de la empresa encargada de incinerar los condensadores.

Descripción Fase 5: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en los sitio de acopio temporal regional y Mantención de los equipos operativos potencialmente contaminados con PCB.

Fase	Etapas	Metas Por Etapa
5	1	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en el sitio de acopio temporal regional N° 1 y Mantención de los equipos operativos contaminados con PCB ubicados en la sexta región.
	2	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en el sitio de acopio temporal regional N° 2 y Mantención de los equipos operativos contaminados con PCB ubicados en la séptima región.
	3	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en el sitio de acopio temporal regional N° 3 y Mantención de los equipos operativos contaminados con PCB ubicados en la octava región.
	4	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en el sitio de acopio temporal regional N° 4 y Mantención de los equipos operativos contaminados con PCB ubicados en la novena región.

Tabla 13: Fase 5, Estructura 1, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.

Los parámetros de decisión para las 4 etapas contenidas en la fase 5, visualizadas en la tabla N° 12, son los mismos ya que, todas consideran el mismo proceso “Descontaminación de pasivos ambientales peligrosos contaminados con PCB y Mantención de equipos potencialmente contaminados con PCB”.



El manejo de los de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en los sitios de acopio temporal, estará determinados por los siguientes parámetros:

- Peso de los Pasivos Ambientales Peligrosos contaminados con PCB por SSEE.
- Dimensiones de los Pasivos Ambientales Peligrosos contaminados con PCB por SSEE
- Estado de los Pasivos Ambientales Peligrosos contaminados con PCB por SSEE. (presencia de filtraciones).

El Manejo de estos pasivos se hará del siguiente modo comenzando con aquellos que presentan filtraciones, los cuales deberán ser acondicionados, de modo tal sellar estas filtraciones para comenzar con el tratamiento de descontaminación. De acuerdo a lo anterior el manejo contempla:

1. Sello de las filtraciones.
2. Definir orden de descontaminación, priorizando aquellos equipos de mayor peso y volumen.
3. Descontaminación total tanto de equipos como del aceite.
4. Manejo de Pasivos Ambientales Peligrosos no Contaminados con PCB.

Por lo tanto, el manejo de pasivos ambientales peligrosos contaminados con PCB, luego de su descontaminación entran al manejo y procedimiento de los pasivos ambientales peligrosos no contaminados con PCB.

El manejo de los equipos contaminados con PCB, está definido por los siguientes parámetros:

- Estado de los Equipos contaminados con PCB que se encuentran operativos y que se encuentran en condición de repuesto.
- Litros de aceite de cada equipo contaminado.
- Peso de los equipos contaminados
- Dimensiones de los equipos contaminados

Los criterios son los siguientes:

- Si se encuentra el transformador de poder contaminado la unidad descontaminadora debe ir hasta donde se encuentra la SSEE.
- Además la unidad descontaminadora debe instalarse progresivamente en los sitios de acopio temporal, y la retirada será una vez que todos los pasivos acopiados y equipos operativos existentes en tal lugar se encuentren descontaminados.

De acuerdo a lo anterior, los pasos que contempla el manejo de los equipos contaminados con PCB son:

- 1 Establecer los equipos contaminados por SSEE, si se encuentra al menos un transformador de poder, la unidad móvil de descontaminación debe instalarse el tiempo que sea necesario para la descontaminación de todos los equipos en dicha SSEE.
- 2 Establecer el número de equipos operativos que es necesario transportar, según el procedimiento de transporte de equipos contaminados con PCB, hacia el sitio



de acopio temporal, más próximo donde se encuentre la unidad de descontaminación móvil.

- 3 Entrar al proceso de descontaminación.
- 4 Instalar en la SSEE de origen y en el caso de los equipos de repuesto almacenar en el sitio de acopio temporal.

Proceso de Descontaminación y Mantenimiento Simultáneo.

Para realizar la descontaminación de los pasivos y equipos que resulten contaminados con PCB, se seleccionó el proceso denominado CDP PROCESS el cual es desarrollado por la empresa Sea Marconi Latinoamericana S.A. y presenta las siguientes características:

- a) Se realiza in situ, vale decir, la descontaminación es llevada a cabo en el lugar de origen del equipo contaminado, este puede seguir en funcionamiento o estar desenergizado.
- b) El proceso de descontaminación es cerrado y sus productos inocuos, además se trabaja a temperaturas menores a la de ignición del aceite, por lo que no conlleva un riesgo a la salud ni al medio ambiente.
- c) Sus costos son menores en comparación con la única tecnología nacional, que consiste en la descontaminación por medio de la declorinación.
- d) Además de ser un proceso de descontaminación del aceite, es considerado un sistema de mantenimiento, ya que, se mejoran las propiedades dieléctricas del aceite contenido en equipos.
- e) El proceso corresponde a una tecnología italiana ampliamente utilizada en Italia, Brasil y Argentina, siendo este último el país proveedor para Chile del proceso de descontaminación y mantenimiento del aceite dieléctrico contenido en equipos eléctricos.

Descripción de la Tecnología CDP PROCESS (SEA MARCONI GROUP).

La tecnología CDP PROCESS consiste en la deshalogenación de aceites contaminados con PCB, vale decir, este proceso reemplaza los átomos de cloro en la molécula de PCB por átomos de hidrogeno mediante un mecanismo de sustitución nucleofílica e hidrodeshalogenación.

El proceso es capaz de hacer la descontaminación química del aceite y a la vez la descontaminación física para restablecer las mejores condiciones operativas del líquido.

Principales características de CDP PROCESS.

- CDP PROCESS cuenta con las siguientes autorizaciones internacionales para la utilización de instalaciones móviles destinadas a la descontaminación de aparatos y a la deshalogenación de PCB/PCT/PCBT en líquidos aislantes (Italia, España, Francia, Reino Unido y Argentina). Y su experiencia viene desde el año 1980.
- Puede aplicarse a aceites minerales aislantes contaminados con PCB/PCT/PCBT, sin ningún límite particular inicial de concentración. El proceso garantiza la reducción de PCB/PCT/PCBT por debajo de los límites de detección.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

- El proceso es capaz de realizar la descontaminación física del aceite (regeneración, degasificación, filtración y secado) para restablecer las condiciones operativas del líquido original, permitiendo la utilización inmediata del líquido y aparato que lo contiene.
- Trabaja en ciclo cerrado y continuo sin necesidad de sacar el transformador de servicio.
- Proceso seguro y controlado para los trabajadores, ya que, no presenta riesgos de explosiones o incendios.
- Reduce en más del 93% la emisión de CO₂ a la atmosfera en comparación con la sustitución del aceite.

Descripción de la Metodología empleada por CDP PROCESS.

A continuación se muestra la figura N° 8, en el cual se describe el ciclo de trabajo de las unidades móviles que desarrollan la descontaminación del aceite dieléctrico.

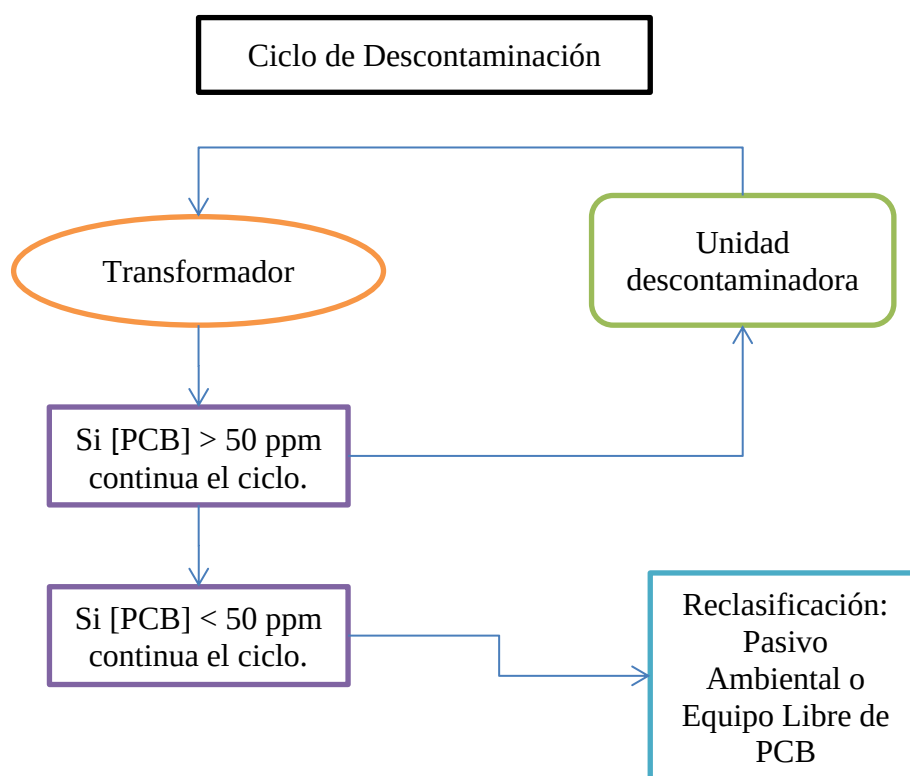


Figura 8: Ciclo de Descontaminación. Proceso CDP PROCESS

Proceso de deshalogenación- CDP PROCESS.

Este proceso tiene lugar en la unidad móvil de descontaminación, la cual trabaja en ciclo cerrado y continuo para la descontaminación “in situ” de transformadores que contienen aceite dieléctrico, sin necesidad de drenar o vaciar el equipo.



El aceite del transformador es aspirado por medio de la válvula inferior, luego es calentado para recorrer los tubos que contienen el reactivo y la tierra de filtrado para finalmente pasar por la cámara de degasificación, para luego ser inyectado nuevamente en el transformador por medio de la válvula superior.

El proceso trabaja en ciclo cerrado y continuo, hasta obtener la concentración de PCB deseada. Durante el proceso, el fluido también se descontamina de la mayoría de los compuestos polares responsables de la reducción de sus propiedades químicas y dieléctricas, pues quedan adsorbidos en el soporte del reactivo CDP Preagent.

Se utiliza el poder disolvente del propio aceite para extraer las mayores cantidades de PCB adsorbido en el material poroso del transformador, papel aislante, cartones maderas, etc., es por esta razón que el ciclo comprende al transformador y la unidad descontaminadora en cada ciclo y también es por esta razón que la eficacia de esta tecnología en el tiempo es superior a las existentes.

Durante el proceso se mide “in situ” la concentración de los compuestos clorados presentes en el aceite, por la facilidad que tienen estos de ser medidos y se establece un índice de disminución de la concentración de PCB en el aceite. Dicho lo anterior la duración del proceso varía de unas horas a varias semanas, dependiendo de la masa de fluido a descontaminar, del nivel inicial de contaminación y de los resultados finales a conseguir, en este caso menores a 50 ppm de PCB.

Además se mantienen constantemente las condiciones funcionales idóneas del aceite (propiedades dieléctricas y niveles) del transformador, de modo que permite la puesta en servicio del transformador en caso de emergencia o necesidades de la red.

Otra ventaja adicional de este proceso es que el soporte sólido del reactivo es del mismo tipo que el que se emplea para la despolarización de aceites en servicio, por lo que al mismo tiempo que se produce la deshalogenación del aceite se despolariza, eliminándose también los productos del envejecimiento y oxidación.

Reacción de deshalogenación:

La reacción de deshalogenación tiene lugar en tubos que contienen el reactivo y la tierra de filtrado.

El mecanismo de reacción es denominado sustitución nucleofílica o hidrodeshalogenación, para lo cual se utiliza un reactivo que es una mezcla de polietileno y polipropilenglicoles de alto peso molecular, una mezcla de bases fuertes y un catalizador, soportados sobre un material sólido de elevada área superficial. Este catalizador es capaz de reaccionar progresivamente con los compuestos organoclorados presentes en el aceite, incluso los más estables como el PCB, reemplazando los átomos de cloro por átomos de hidrógeno. Finalmente el cloro queda adsorbido en el soporte sólido en forma de sales como cloruro de sodio, potasio, etc., absolutamente inocuos tanto para el ser humano como para el medio ambiente, por lo tanto el residuo es catalogado como industrial no peligroso.

La etapa que supone un mayor tiempo de reacción es aquella en donde se desea disminuir los niveles de concentración de PCB por debajo de los 20 ppm, ya que, la



probabilidad que las moléculas de PCB presentes en aceite interaccionen con el soporte solido en donde se encuentra el reactivo disminuye notoriamente.

Este proceso, ofrece la garantía única de que el transformador descontaminado no solo se encuentra dentro de los límites permisibles por la legislación aplicable en el momento de parar los ciclos de trabajo, sino que esta concentración se mantiene después de 90 días de efectuarse el tratamiento (este periodo es el tiempo máximo, según CENELEC Norma Europea EN 50225, en el que la concentración de PCB en el aceite se estabiliza después de un tratamiento del aceite.). Todo lo anterior gracias a que este proceso utiliza el poder disolvente del aceite para progresivamente y gracias a la formación de un gradiente de concentración, eliminar el máximo PCB contenido en las zonas porosas del transformador.

Condiciones Operativas típicas:

Tensión: 380 V trifase con tierra.

Corriente máxima: 80 kA.

Temperatura máxima: 90°C/ + - 10°C.

Temperatura de la cámara de desgasificación: 60- 70°C.

Grado de vacío en la cámara de desgasificación: < 1 bar.

Frecuencia: 50 Hz.

Caudal: 600- 900 L/h.

Presión máxima: 5 bar.

Filtración: Hasta 1 micrones.

Estructura 2:

La segunda estructura consta de cuatro fases regionales, con cinco etapas, pero con la diferencia es que no contempla los sitios de acopio temporal, ni descontaminación de los pasivos ambientales contaminados con PCB.

Esta estructura, justifica su realización sin los sitios de acopio temporal, en un menor tiempo de ejecución, ya que, está diseñada para cumplir sus objetivos en seis años, tres menos que la estructura anterior. En la figura N° 9 se modela la estructura 2.

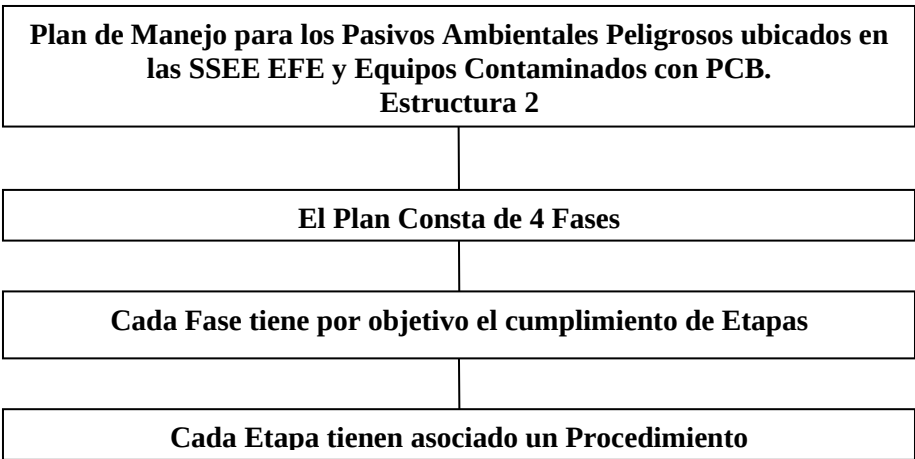


Figura 9: Modelo Estructura 2, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.

Esta estructura conlleva un plazo total de 6 años, plazo dividido para cada una de las fases como se muestra en la tabla N° 14:



Fase	Nombre	Plazo Estimado [años]
1	Regularización Sexta Región	1
2	Regularización Séptima Región	1
3	Regularización Octava Región	2
4	Regularización Novena Región	2
Total Fases		6

Tabla 14: Fases Estructura 2, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.

Las fases están comprendidas 5 etapas como se indica en la figura, luego en la tabla N° 15, es posible apreciar las metas que tiene asociada cada etapa.

Etapa	Metas Por Etapa
1	Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Potencialmente contaminados Sin Análisis
2	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB.
3	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB.
4	Descontaminación de los Equipos Operativos Contaminados con PCB.
5	Disposición Final de los Condensadores

Tabla 15: Etapas Estructura 2, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.

A continuación se detalla en cuatro tablas en las cuales se indica la fase y las etapas correspondientes para cada región, entre la sexta y la novena, regiones en las cuales se encuentran las 25 SSEE EFE.

Descripción Fases (1-4)

Fase	Etapa	Metas Por Etapa
1, 2, 3 y 4	1	Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos sin análisis en las SSEE comprendidas en la sexta, séptima, octava y novena región.
	2	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la sexta, séptima, octava y novena región.
	3	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la sexta, séptima, octava y novena región.
	4	Descontaminación de los Equipos Operativos Contaminados con PCB ubicados en las SSEE comprendidas en la sexta, séptima, octava y novena región.
	5	Disposición Final de los condensadores ubicados en las SSEE comprendidas en la sexta, séptima, octava y novena región.

Tabla 16: Fases 1, 2, 3 y 4 para las regiones sexta, séptima, octava y novena respectivamente, Estructura 2, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.

Los parámetros de criterio y decisión para el cumplimiento de cada etapa, visualizada en la tabla N° 16, son los siguientes

Etapa 1: Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Sin Análisis.

Son los mismos que los señalados en la estructura 1 señalados en el presente estudio.

Etapa 2: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB en las SSEE.

El manejo de este tipo de pasivos ambientales considera:



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

- El Transporte paulatino desde la SSEE de origen (correspondientes a cada fase) a la empresa encargada de su disposición final.
- Disposición Final, a través de la completa eliminación por medio de la incineración en países autorizados para tal proceso. Gestión realizada por empresas nacionales autorizadas para el transporte transfronterizo de residuos peligrosos y posterior entrega a EFE, de un certificado de eliminación emitido por la empresa autorizada para tales fines en el extranjero.

Para tales fines la única empresa nacional que encuentra autorizada es HIDRONOR

Etapa 3: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en las SSEE.

El manejo de este tipo de pasivos ambientales considera los mismos parámetros señalados en la estructura 1 contenidos en el presente estudio.

Etapa 4: Descontaminación de los Equipos Operativos Contaminados con PCB.

Descripción de la Tecnología Declaración. (Transformadores CH)

La descontaminación de los Equipos Operativos Contaminados con PCB utilizando tecnología nacional, es posible gracias a la empresa Transformadores CH, la cual envió el detalle de su operación y costos asociados a través de una cotización y un catálogo de operaciones. (Anexo).

La tecnología utilizada por la empresa antes señalada es la decloración de las moléculas de Bifenilos Policlorados, utilizando como reactivo el sodio metálico, lo que concluye en moléculas de Bifenilos presentes en el aceite y un residuo sólido industrial no peligroso (mezcla de hidrocarburos con cloruro de sodio).

A continuación se muestra en la figura N° 10, el cual es un instructivo de los pasos a seguir con cada uno de los equipos potencialmente contaminados con PCB.

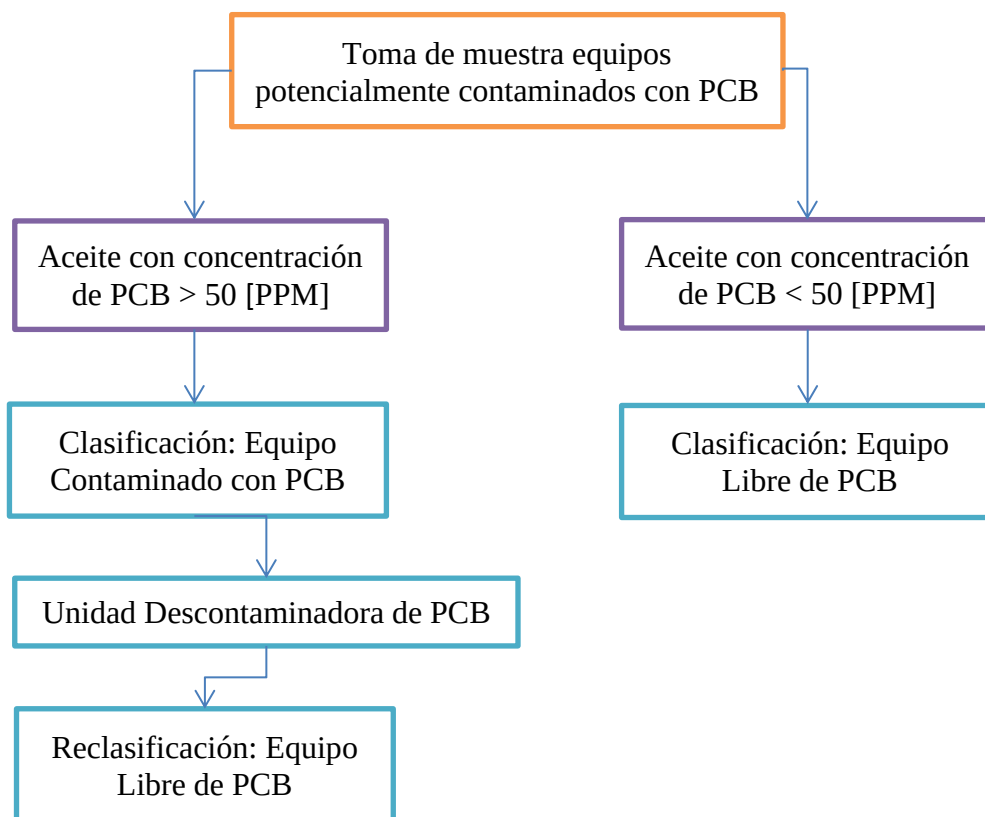


Figura 10: Pasos de para la Clasificación de Equipos, Proceso de Descontaminación y Mantenimiento Simultaneo, Estructura 2. Plan de Manejo Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.

En la figura N° 11, se detalla el trabajo para desarrollar la descontaminación de los transformadores:

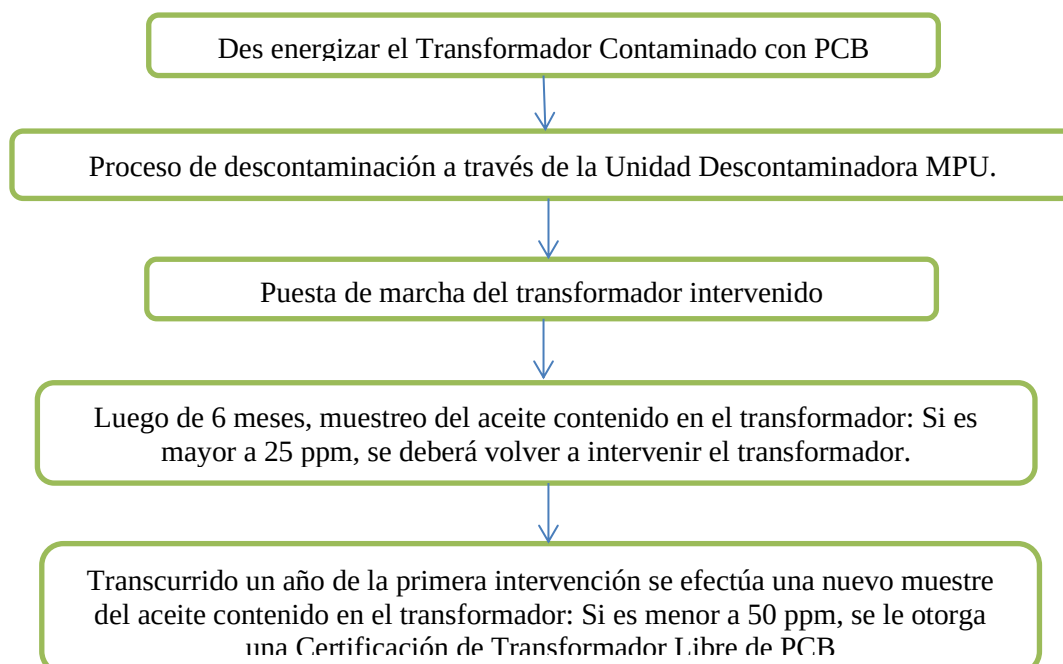


Figura 11: Pasos del Trabajo de Descontaminación y Mantenimiento para los Equipos Contaminados con PCB, Estructura 2, Plan de Manejo Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.



A continuación se muestra el detalle del proceso efectuado en la unidad descontaminadora. (Figura N° 12).

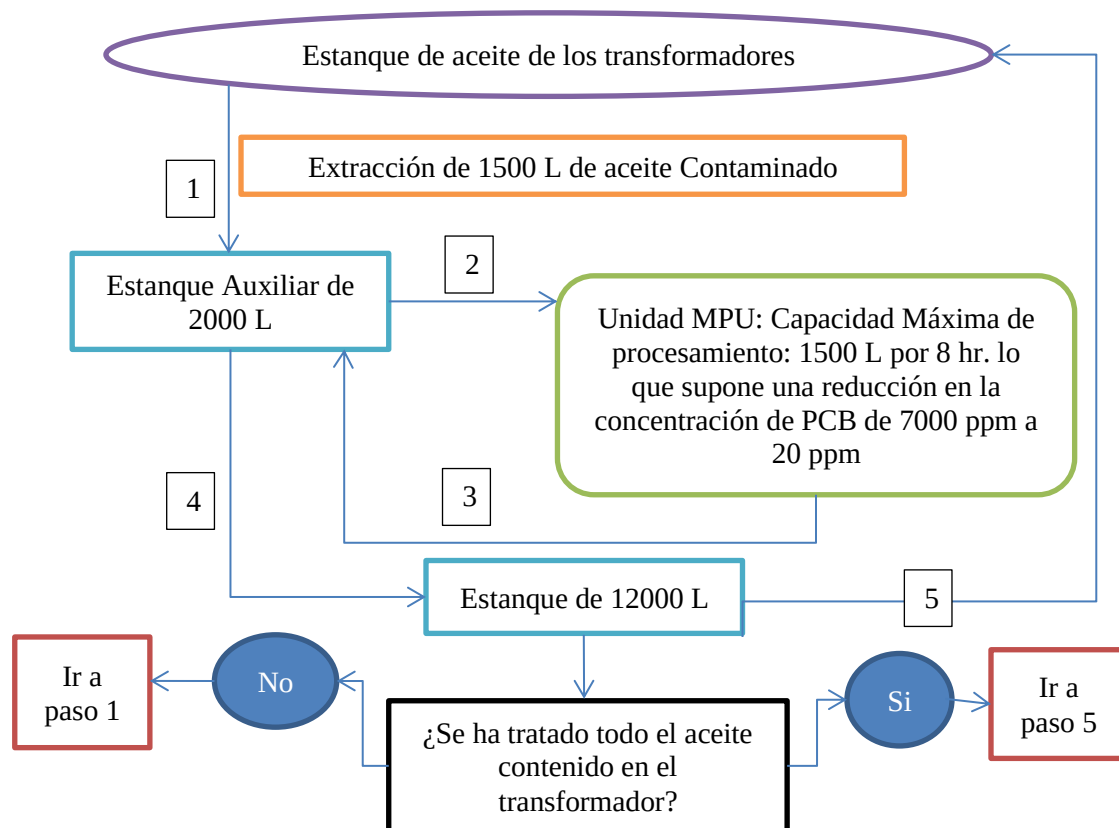


Figura 12: Proceso de Descontaminación y Mantenimiento Simultaneo, Estructura 2, Plan de Manejo para Pasivos y Equipos Contaminados con PCB.

Finalmente se detalla, a continuación las operaciones unitarias más importantes que se llevan a cabo en los diferentes pasos necesarios para la descontaminación del aceite.

Unidad MPU: la unidad descontaminadora cuenta en orden cronológico con los siguientes equipos: desgasificador, intercambiador de calor, reactor y centrifuga. Respectivamente el fin de cada uno de ellos es, eliminar los gases, el aire y la humedad contenida en el aceite, luego la temperatura debe ser elevada hasta 100 °C para dar inicio a la reacción por medio de la inyección de sodio metálico, y finalmente retirar los residuos, en forma de sólidos, a través de la centrifuga.

El principal riesgo es eliminar toda las partículas de agua, ya que, la reacción de esta con el sodio metálico produce gas hidrogeno el cual es altamente explosivo. Además los hidruros de sodio que posiblemente encontremos en los residuos, presentan una manipulación muy peligrosa, ya que, reaccionan con el agua (presente en la saliva, mucosas, etc.) provocando quemaduras.

Cabe destacar que el actual proceso disminuye los riesgos de incendio, al trabajar a temperaturas por menores a la de ignición del aceite dieléctrico, que tiene un rango entre los 140- 160 °C.

Por último, cuando todo el aceite tratado se encuentra en el estanque de 12000 L, es filtrado tres veces antes de ser devuelto al transformador, lo que sumado a la



desgasificación ocurrida en la unidad MPU, restaura y mejora las propiedades dieléctricas del aceite.

Etapa 5: Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE.

El manejo de este tipo de equipos considera los mismos parámetros señalados en la estructura 1 contenidos en el presente estudio.

Marco Legal Estructuras 1 y 2.

A continuación se visualiza en la figura N° 13, el marco legal de la primera y segunda estructura.

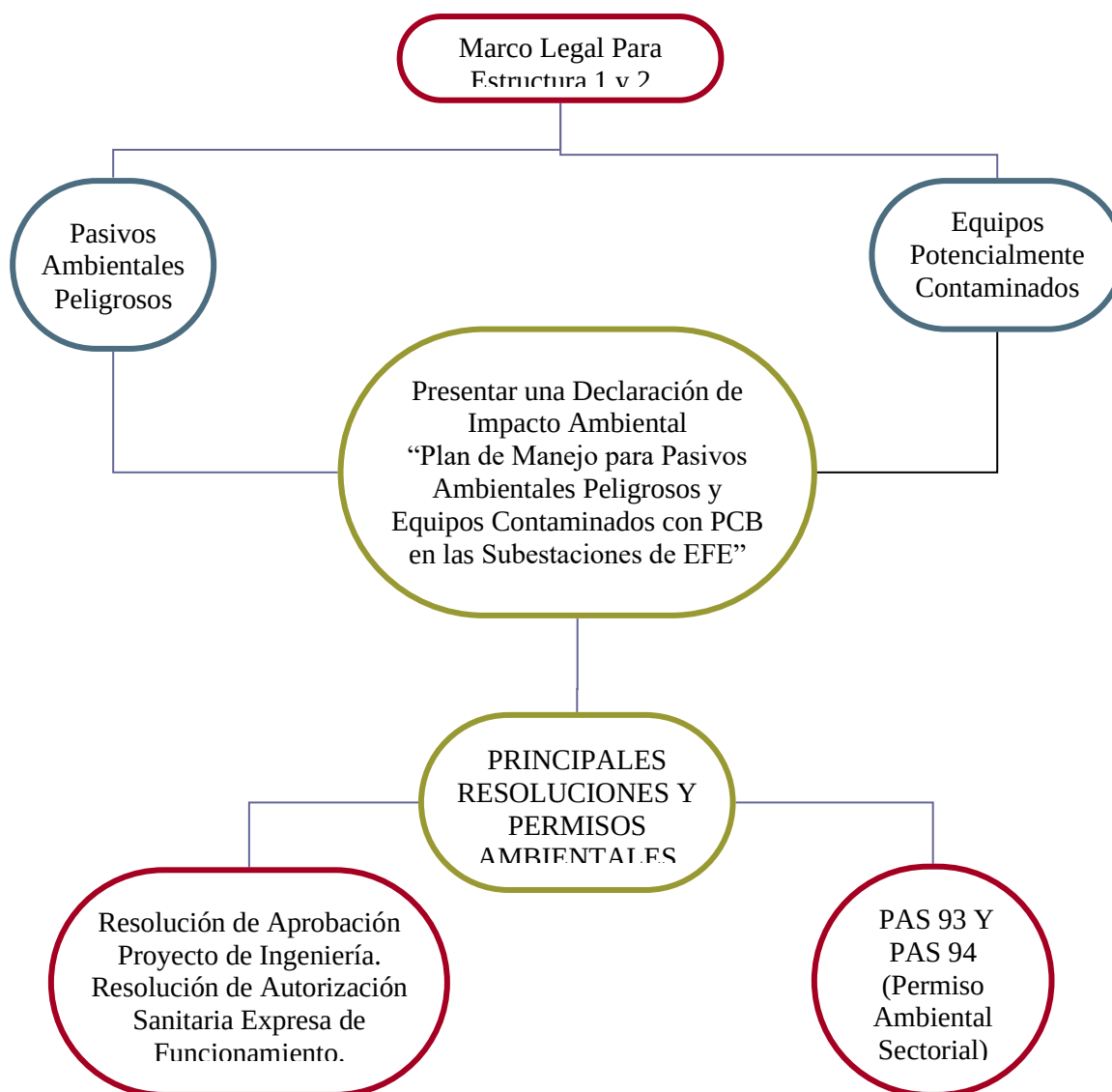


Figura 13: Marco legal para las estructuras 1 y 2.



CAPITULO IV: Evaluación Técnica y Económica del Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en las SSEE EFE y Equipos Contaminados con PCB.

El presente capítulo tiene por objetivo la descripción cabal de cada una de las fases y etapas para el cumplimiento de metas y los costos asociados a cada una de ellas, para posteriormente decidir la estructura adecuada para el manejo de pasivos ambientales peligrosos y equipos contaminados con PCB en las SSEE de EFE.

Primera Estructura

Fase 1: Regularización de la Sexta Región.

A continuación en la tabla N° 17, se visualizan las etapas de la fase 1.

Fase	Etapas	Metas Por Etapa
1	1	Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Sin Análisis comprendidos en la Sexta Región.
	2	Habilitación del Sitio de Acopio Temporal Regional N° 1
	3	Transporte y Acopio de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB al Sitio de Acopio Temporal.
	4	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Sexta Región.
	5	Disposición Final de los condensadores ubicados en las SSEE comprendidas en la Sexta Región.

Tabla 17 Fase 1, Estructura 1, Plan de Manejo Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.

Etapas 1: Muestreo de los equipos sin análisis en las SSEE comprendidas en la sexta región.

Los costos asociados a muestreo y análisis según las normas que exige EFE son los descritos en la tabla N° 18, para cualquier Región.

Costo Unitario Muestreo UF	Costo Unitario Análisis UF
1,3	4,0

Tabla 18 Costos de Muestreo de Equipos y Análisis del Aceite dieléctrico contenido en ellos. Anexo N° 4, Cotización N° 94, Empresa HIDRONOR. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Pasivos Ambientales Peligrosos Sin Análisis	Unidades Totales	Costo Muestreo UF	Costo Análisis UF
Transformador de Servicios Auxiliares	1	1,3	4
Transformador de Corriente	25	32,5	100
Transformador de Voltaje	4	5,2	16
Tambores 200 L	46	59,8	184
Baldes 20 L	3	3,9	12
Total Costos UF	---	102,7	316

Tabla 19 Costos de Muestreo y Análisis para los Pasivos Ambientales Sin Análisis ubicados en las SSEE de las Regiones Sexta y Metropolitana. Los Números de Serie y la ubicación de los equipos por SSEE, se encuentra en el Anexo N°1.

Por lo tanto, los costos totales que incluyen muestreo, análisis y viajes (10 UF) para la regulación de la Sexta Región son: 428,7 UF.



Etapa 2: Habilitación del Sitio de Acopio Temporal N° 1

La habilitación considera:

- El Diseño del Sitio de Acopio Temporal.
- La Instalación de acuerdo al DS 148/ 03.
- El Acopio y Transporte de los pasivos ambientales peligrosos según lo señala el DS 148/ 04.
- La Autorización Sanitaria otorgada por el SEREMI de Salud competente en cada región.

Para diseñar el sitio de acopio temporal se consideran todos los puntos señalados en la metodología los cuales están resumidos en dos pasos, la selección del Sitio de Acopio Temporal y luego el Dimensionamiento y Costos de la bodega de pasivos ambientales contaminados con PCB.

a. Selección de la SSEE.

1. La SSEE óptima técnicamente para construcción de la bodega de Pasivos Ambientales peligrosos es aquella en donde las gráficas de: litros de aceite contaminado con PCB versus ubicación y litros de aceite sin análisis de PCB versus ubicación, tengan sus máximos. A continuación se muestran las figuras N° 14 y 15, respectivamente para los pasivos contaminados y sin análisis.

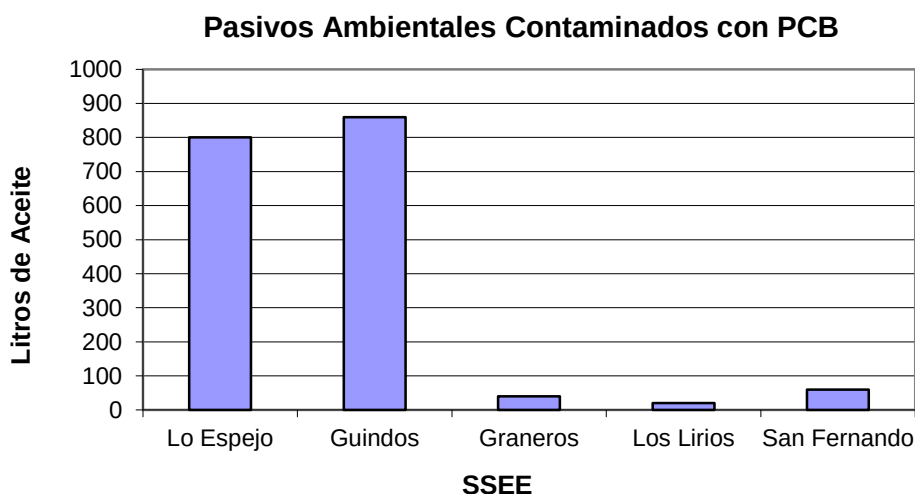


Figura 14: Pasivos Ambientales Contaminados con PCB, Litros de aceite contaminado versus SSEE comprendidas en la Sexta Región.

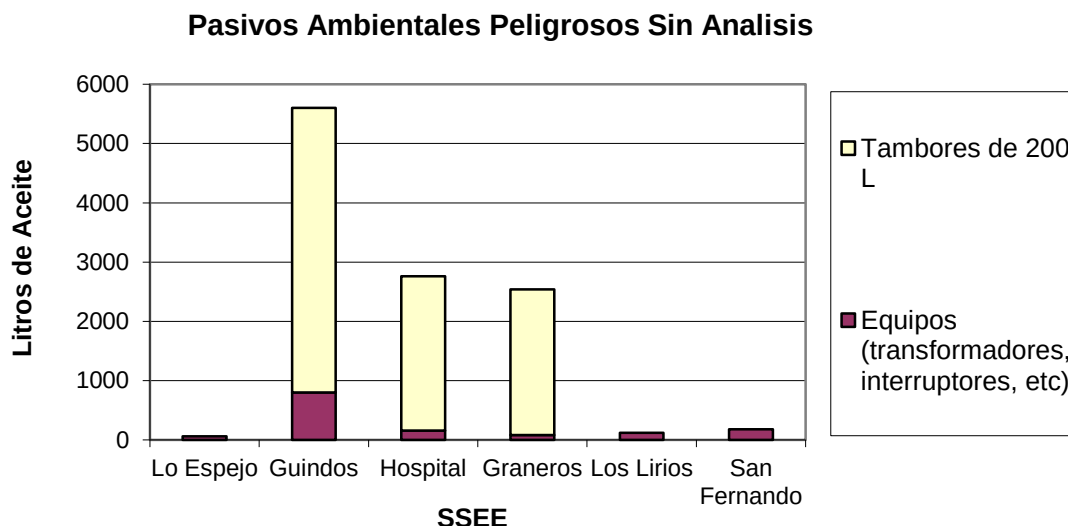


Figura 15: Pasivos Ambientales Sin Analisis, Litros de aceite sin análisis versus SSEE comprendidas en la Sexta Región.

De acuerdo a las gráficas la SSEE óptima, por razones de menor traslado de material contaminado o potencialmente contaminado con PCB, es la SSEE Los Guindos. Además cabe destacar que en la SSEE Los Guindos, se ubica la SSEE portátil, la cual se compone, entre otros equipos, de un transformador de poder, un transformador de servicios auxiliares y un interruptor ADDA, los cuales se encuentran sin análisis de PCB y potencialmente contaminados, expuesto lo anterior, se corrobora la ubicación determinada para el Sitio de Acopio Temporal N°1.

2. Luego se evalúan los siguientes parámetros legales y técnicos: accesos para salida y entrada de camiones, terreno para la instalación de la bodega y ubicación según el plano regulador comunal.

En la tabla N° 20 se resumen los aspectos significativos para ubicar la bodega de pasivos ambientales contaminados con PCB.

SSEE	Mayor Cantidad de Litros Contaminados con PCB o Potencialmente Contaminados con PCB	Según Plano Regulador Comunal, es posible la instalación de un bodega de residuos peligrosos	Los accesos viales permiten la entrada y salida de camiones.	El terreno y el espacio permiten la instalación de una bodega de residuos peligrosos.
Lo Espejo		No	✓	✓
Los Guindos	✓	**	✓	✓
Hospital		**	✓	✓
Graneros		**	✓	✓
Los Lirios		**	✓	✓
San Fernando		**	✓	✓

** Aun no está aprobado el Plan Regulador correspondiente a las comunas donde están situadas las SSEE.

Tabla 20 Aspectos Significativos para la Selección del Sitio de Acopio Temporal en la Sexta Región.

De acuerdo al análisis anterior se sugiere que la ubicación de la bodega de pasivos ambientales contaminados con PCB esté ubicada en la SSEE Los Guindos.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

- b. Dimensionamiento y Costos de la bodega de pasivos ambientales peligrosos contaminados con PCB.

Para dimensionar la bodega son necesarios los siguientes datos:

- Cantidad y dimensiones de los pasivos desinados para el sitio de acopio temporal.
- Características de los sitios de acopio de residuos peligrosos señalados en el DS 148.

Finalmente se realiza un resumen (tabla N° 21) de la máxima cantidad de Pasivos Ambientales Peligrosos para almacenar en el Sitio de Acopio Temporal N° 1 y las dimensiones de dicho sitio las cuales se encuentran en la tabla N° 22 y su correspondiente cálculo se encuentra en la tabla N° 24.

Equipo	N° Total
Transformador de Servicios Auxiliares	3
Transformador de Corriente	34
Transformador de Voltaje	4
Tambores de 200 L	46
Baldes 20 L	3

Tabla 21 Total de Pasivos Ambientales para Almacenar en el Sitio de Acopio Temporal N° 1, ubicado en la Sexta Región.

Dimensiones del Sitio de Acopio Temporal N°1	Metros
Ancho	19
Largo	19
Alto	4

Tabla 22 Dimensiones del Sitio de Acopio Temporal N° 1, ubicado en la Sexta Región.

Costos del Sitio de Acopio Temporal N° 1

De acuerdo con la Resolución Exenta N° 8413/ 2010 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, se observa las Tablas de costos por metro cuadrado de construcción, en específico la Tabla II Otras Construcciones, que de acuerdo a las características técnicas y fines de la misma corresponde a la categoría AA subíndice c, lo que corresponde a que el metro cuadrado para el sitio de acopio temporal tiene un valor estimado en \$ 15. 000 (En pesos moneda nacional, base enero 2010); como se indica en el Anexo N° 3.

Por lo tanto, el costo que incluye tanto materiales como mano de obra del Sitio de Acopio Temporal, correspondiente a la regularización de la Sexta Región, ubicado específicamente en la SSEE Los Guindos, se indica en la tabla N° 23.

Área Sitio de Acopio Temporal N°1	Costo Total Pesos Chilenos	Costo Total UF.
361 [m ²]	5.415.000	250.5

Tabla 23 Costos para la Construcción del Sitio de Acopio Temporal N° 1, ubicado en la Sexta Región.
Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Dimensiones Unitarias [metros]	Transformador Servicios Auxiliares	Transformador de Corriente	Transformador de Voltaje	Tambores 200 L	Baldes 20 L
Alto	2,5	1,5	1,5	1,1	0,4
Ancho	1	0,6	0,8	0,5	0,3
Largo	2	0,6	0,8	0,5	0,3
Dimensiones por grupo de equipos [metros]	Transformador Servicios Auxiliares	Transformador de Corriente	Transformador de Voltaje	Tambores 200 L	Baldes 20 L
Ancho	3	20,4	3,2	23	0,9
Largo	6	20,4	3,2	23	0,9
Estructura dos pisos [metros]	Transformador Servicios Auxiliares	Transformador de Corriente	Transformador de Voltaje	Tambores 200 L	Baldes 20 L
Ancho		10,2		11,5	
Largo		10,2		11,5	
Alto	4	4	4	4	4
Considerando los pasillos	Transformador Servicios Auxiliares	Transformador de Corriente	Transformador de Voltaje	Tambores 200 L	Baldes 20 L
Ancho	9	10,2	3,2	11,5	0,9
Largo	12	10,2	3,2	11,5	0,9
Área por sección	108	104,04	10,24	132,25	0,81
Área total Sitio de Acopio Temporal N° 1	355,34				

Tabla 24 Hoja de Cálculos para el Área del Sitio de Acopio Temporal N° 1, ubicado en la Sexta Región.



Etapa 3: Transporte y Acopio de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB al Sitio de Acopio Temporal.

La información acerca de costos asociados al transporte de residuos peligrosos, fue obtenida a través de una cotización enviada por la empresa HIDRONOR, entre las regiones metropolitana y sexta, de acuerdo a esto en la tabla N° 27 se observa el valor unitario por viaje hasta el sitio de acopio temporal ubicado en la SSEE Guindos, Santiago.

Carga Max.	Valor por viaje dentro de la Región Metropolitana	Valor por viaje desde la Sexta Región.
10 Pallet	6 UF	13 UF
20 Pallet	8 UF	16 UF

Tabla 25 Costos asociados al Transporte de Residuos Peligrosos desde las SSEE ubicadas en las Sexta Región y la Región Metropolitana. Anexo N° 4, Cotización N° 14199, Empresa HIDRONOR.
Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Los datos con los cuales se estiman cuantos equipos pueden ser acomodados sobre un pallet están obtenidos desde la medida estándar que posee un pallet y las dimensiones propias de cada equipo las cuales se encuentran en el anexo N° 1.

A continuación en la tabla N° 26 se enumeran las cargas a transportar desde las diferentes SSEE contempladas en la Sexta Región, hasta el Sitio de Acopio Temporal ubicado en la SSEE Guindos.

Pasivos Ambientales Contaminados con PCB y Sin Análisis	N° de equipos	N° de Pallet	Pallet a Transportar por región	Valor Transporte total por región
SSEE: Lo Espejo (Stgo.)			12	8UF
Transformador de Servicios Auxiliares	2	4		
Transformador de Voltaje	2	1		
SSEE: Hospital (Stgo.)				
Transformador de Corriente	8	3		
Tambores de 200 L	13	4		
SSEE: Graneros (VI región)			12	16 UF
Transformador de Corriente	6	2		
Tambores de 200 L	9	3		
Baldes de 20 L	3	0		
SSEE: Los Lirios (VI región)				
Transformador de Corriente	7	3		
SSEE: San Fernando (VI región)				
Transformador de Corriente	10	4		
Transformador de Voltaie	2	0		

Tabla 26 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales Contaminados y Sin Análisis al Sitio de Acopio Temporal N° 1. La cantidad de equipos que acomodan sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.

Por lo tanto el valor total por el transporte de los pasivos ambientales peligrosos contaminados con PCB y los equipos sin análisis al Sitio de Acopio Temporal N°1 es 24 UF.



Etapa 4: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Sexta región.

El manejo para este tipo de pasivos se divide entre los Pasivos Ambientales No contaminados con PCB Valorizables y los No Valorizables. A continuación se evalúa el manejo para el primer tipo de Pasivo Ambiental No Contaminado con PCB.

El manejo para este tipo de pasivos indica entregarlos a empresas dedicadas a la valorización de este tipo de artículos, esencialmente el trabajo de estas es: deshuesar los equipos y formar tres conjuntos de los cual el primero corresponde a la chatarra, la cual es reutilizada en la fundición para obtener fierro, el segundo es el aceite dieléctrico el cual es entregado, sin costo, a empresas como HIDRONOR Y BRAVO ENERGY, las cuales utilizan este residuos para la elaboración de combustibles alternativos y por ultimo están los aisladores, cartones y partes activas de los equipos los cuales deben ser dispuestos en sitios autorizados para su disposición final.

Expuesto los puntos anteriores los equipos que son recibidos por estás empresas de reciclaje son: Armarios Metálicos, transformadores Trimono, Múltiples y de Servicios Auxiliares, recibiendo EFE un valor de \$500 por KVA o bien \$50 por Kg. Luego los transformadores de corriente y voltaje y los aisladores, deben ser dispuestos en sitios autorizados, servicio que ofrece la empresa HIDRONOR y a través de una cotización (Anexo N° 4), es posible hacer la modelación de los costos asociados a este tipo de pasivos.

El transporte de estos pasivos a las empresas de valorización es por costo de EFE. A continuación se muestra la tabla N° 27, en la cual se indican los equipos a valorizar dentro de las SSEE Lo Espejo a San Fernando.

Equipos NO Contaminados con PCB	N° de Serie	Concentración PCB ppm	KVA por Equipo	Kg. por Equipo	Valorización Por Equipo
SSEE: Hospital					
1 Transformador Trimono	212752	1, 4	50	---	25 000
SSEE: Graneros					
1 Transformador de Servicios Auxiliares	210611	4,5	200	---	100 000
1 Transformador Trimono	212758	4,2	50	---	25 000
SSEE: Los Lirios					
1 Transformador de Servicios Auxiliares	209227	< 50	200	---	100 000
SSEE: San Fernando					
6 Armarios Metálicos de Control	---	---	----	150	45 000

Tabla 27 Valorización de Pasivos Ambientales ubicados en las Regiones Metropolitana y Sexta. Los Datos de los equipos se encuentran en el Anexo N° 1.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Por lo tanto la valorización total de los equipos ubicados entre las regiones metropolitanas y sexta es de: \$ 295 000, correspondiente a 13, 6 UF. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

A continuación en la tabla N° 28, se enumeran las cargas a transportar desde las diferentes SSEE comprendidas entre la Sexta Región y la Región Metropolitana. Hacia las empresas de reciclaje de transformadores y chatarra.

Pasivos Ambientales Contaminados con PCB y Sin Análisis	N° de serie	N° de equipos	N° de Pallet	Pallet a Transportar por región	Valor Transporte total por región UF
SSEE: Hospital (Stgo.)				10	13 UF
Transformador Trimono	212752	1	0		
SSEE: Graneros (VI región)					
Transformador de Servicios Auxiliares	210611	1	2		
Transformador Trimono	212758	1	0		
SSEE: Los Lirios (VI región)					
Transformador de Servicios Auxiliares	209227	1	2		
SSEE: San Fernando (VI región)					
Armarios de Control	---	6	6		

Tabla 28 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, Valorizables desde las SSEE ubicadas en la Sexta Región hasta la Región Metropolitana. La Cantidad de equipos que pueden ser acomodados por pallet se encuentra en el Anexo N° 1. Costo de transporte, ver Tabla N° 25.

Finalmente se muestra a continuación la tabla en donde se encuadra el beneficio de la valorización de estos pasivos versus el costo del transporte hacia las empresas de reciclaje.

	Beneficios	Costo Transporte UF
Pasivos Ambientales Peligrosos No contaminados con PCB Valorizables	13, 6 UF	13 UF
Total Beneficio	0, 6 UF	

Tabla 29 Beneficio de la Valorización de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB ubicados en las SSEE de la Sexta Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Luego el manejo de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables contempla la disposición final. Con respecto a este punto cabe señalar que los costos están asociado al peso de los equipos, por lo tanto en la tabla N° 30, se cuantifica el peso total de los equipos a disponer.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Equipos NO Contaminados con PCB	N° de Serie	Concentración PCB ppm	Peso Kg.
SSEE: Lo Espejo			
2 Transformadores de Corriente	128121	2,9	240
	128120	4	
2 Transformadores de Voltaje	129482	6,3	300
	129483	7, 7	
SSEE: Guindos			
3 Transformadores de Corriente	127109	3,6	450
	127108	5, 1	
	127110	4, 9	
SSEE: Graneros			
1 Transformador de Corriente	127115	8,8	120
8 Aisladores	---	----	480
SSEE: Los Lirios			
5 Transformadores de Corriente	127105	< 50	600
	127063	< 50	
	127119	< 50	
	127117	< 50	
	127118	< 50	
SSEE: Rengo			
4 Transformadores de Corriente	127072	< 50	480
	127073	< 50	
	127074	< 50	
	127122	< 50	
SSEE: San Fernando			
3 Transformadores de Corriente	127126	< 50	360
	127127	< 50	
	127125	< 50	
2 Transformadores de Voltaje	127155	< 50	300
	127162	< 50	
Peso Total			3 530

Tabla 30 Peso Total de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Sexta Región. El Peso Unitario de los Equipos se encuentra en el Anexo N°1.

Según la cotización N° 14167, entrega por la empresa HIDRONOR, efectuar la disposición final de equipos sin contaminación de PCB tiene un costo de 10 UF por Tonelada, expuesto lo anterior, en la tabla N° 31, se evalúa el costo que conlleva la disposición de los pasivos ambientales no valorizables desde la SSEE Lo Espejo a la SSEE San Fernando.

	Peso Total Toneladas	Costo por Disposición Final UF
Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados Con PCB No Valorizables	3, 53	35, 3

Tabla 31 Costo asociados a la Disposición Final de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Sexta Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

A continuación, en la tabla N° 32, se encuadraran los costos de transporte que significa la disposición de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB, No Valorizables.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Pasivos Ambientales Peligrosos NO Contaminados con PCB	N° de Serie	N° de Pallet	Costo transporte UF
SSEE: Lo Espejo (Stgo.)			13 UF
2 Transformadores de Corriente	128121	2	
	128120		
2 Transformadores de Voltaje	129482		
	129483		
SSEE: Guindos			
3 Transformadores de Corriente	127109	1	
	127108		
	127110		
SSEE: Graneros (VI región)			
1 Transformador de Corriente	127115	1	
8 Aisladores	---		
SSEE: Los Lirios			
5 Transformadores de Corriente	127105	2	
	127063		
	127119		
	127117		
	127118		
SSEE: Rengo			
4 Transformadores de Corriente	127072	1	
	127073		
	127074		
	127122		
SSEE: San Fernando			
3 Transformadores de Corriente	127126	2	
	127127		
	127125		
2 Transformadores de Voltaje	127155		
	127162		

Tabla 32 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, No Valorizables desde las SSEE ubicadas en la Sexta Región hasta la Región Metropolitana. La cantidad de equipos que pueden ser acomodados sobre un pallet se encuentra en el anexo N°1. El Costo del transporte, ver tabla N° 25.

	Peso Total Toneladas	Costo Disposición Final + Transporte UF
Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados Con PCB No Valorizables	3, 53	48, 3

Tabla 33 Costo asociados a la Disposición Final más el Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Sexta Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Finalmente el costo asociado a la etapa N° 4 en la fase N° 1 se muestra en la siguiente tabla N° 34.

Pasos	Costo Asociados UF
1. Beneficio Valorización equipos	0, 6
2. Costos disposición final	48, 3
Costo Total Etapa N° 4	47, 7

Tabla 34 Costo Total Etapa N° 4 “Manejo Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB” en las SSEE de la Sexta Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.



Etapa 5: Disposición Final de los condensadores ubicados en las SSEE comprendidas en la Sexta Región.

El manejo de este tipo de equipos, dada su alta concentración en PCB, debe ser realizado en países autorizados para su incineración, en Chile la única empresa autorizada para hacer tal manejo, exportación de residuos contaminados con PCB, para su destrucción, es HIDRONOR y a través de la cotización N° 14167 (Anexo N° 4), es posible apreciar que el costo por la eliminación total de equipos contaminados con PCB, es 4 euros por Kg. A continuación en la tabla N° 35, se encuadra los costos asociados a este manejo de equipos entre las SSEE Lo Espejo a San Fernando.

SSEE	N° Total de Condensadores	Peso Unitario del condensador Kg.	Costo por eliminación Euros/kg.	Costo Total por la eliminación de los Condensadores Euros
Lo Espejo	126	50	4	25200
Los Guindos				
Hospital				
Graneros				
Los Lirios				
Rengo				
San Fernando				

Tabla 35 Costo asociado a la Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Sexta Región.
Valor Euro Fecha: 15/04/2011: \$682, 43. Valor UF Fecha: 14/0/2011: 21 619.

El costo por la eliminación de los condensadores dentro de las primeras siete SSEE, tiene un valor de 795, 5 UF

Costo asociado al transporte de los condensadores, se observa en la tabla N° 36.

SSEE	N° de Condensadores por SSEE	N° Pallet necesarios	Costo Asociado al Transporte.
Lo Espejo (Stgo.)	18	10	13 UF
Los Guindos	18		
Hospital	18		
Graneros	18		
Los Lirios	18		
Rengo	18		
San Fernando	18		

Tabla 36 Costo asociado al Transporte de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Sexta Región. La cantidad de equipos que pueden ser acomodados por pallet se encuentra en el Anexo N° 1.

Por lo tanto el costo total de la etapa N° 5 en la fase N° 1, tiene un valor de: 808, 5 UF



Costo Fase 1: Regularización Sexta Región.

Resumen de costos para la Fase 1, vale decir, para cada una de las etapas en valor estándar de unidades de fomento UF, se indica en la tabla N° 37.

Fase	Etapas	Metas Por Etapa	Costos Asociados UF
1	1	Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos sin análisis en las SSEE comprendidas en la sexta región.	428,7 UF
	2	Habilitación del sitio de acopio temporal regional N° 1	250, 5 UF
	3	Transporte y Acopio de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB al sitio de Acopio Temporal.	24 UF
	4	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la sexta región.	47, 7 UF
	5	Disposición Final de los condensadores ubicados en las SSEE comprendidas en la sexta región.	808, 5 UF
Costo Total Fase N° 1			1559,4 UF

Tabla 37 Costo Total Fase N° 1 “Regularización Sexta Región”, Estructura 1, Plan de Manejo Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Fase N° 2: Regularización de la Séptima Región.

La presente fase indica de forma análoga las etapas y metas de la fase N° 1, que corresponde a la regulación de la sexta región, para la regulación de la séptima región. A continuación en la tabla N° 38, se indican las etapas y metas que comprende la presente fase.

Fase	Etapas	Metas Por Etapa
2	1	Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos sin análisis en las SSEE comprendidas en la Séptima Región.
	2	Habilitación del Sitio de Acopio Temporal Regional N° 2
	3	Transporte y Acopio de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB al Sitio de Acopio Temporal.
	4	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Séptima Región.
	5	Disposición Final de los condensadores ubicados en las SSEE comprendidas en la Séptima Región.

Tabla 38 Fase 2, Estructura 1, Plan de Manejo Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.

Etapas 1: Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Sin Análisis en las SSEE comprendidas en la Séptima Región.

Los costos para el cumplimiento de esta etapa son modelados a partir de la cotización recibida por la empresa HIDRONOR N° 94, ubicada en el Anexo N° 4.

A continuación en la tabla N° 39, se modelan los costos de muestreo y análisis para los pasivos ambientales ubicados en la séptima región.



Pasivos Ambientales Peligrosos Sin Análisis	Unidades Totales	Costo Muestreo UF	Costo Análisis UF
Transformador de Servicios Auxiliares	2	2,6	8
Transformador de Corriente	2	2,6	8
Transformador de Voltaje	2	2,6	8
Transformadores de Señales	5	6,5	20
Transformadores de Señales (mochila)	3	3,9	12
Transformadores Trimono	3	3,9	12
Interruptor ADDA	5	6,5	20
Tambores 200 L	50	65	200
Bin 1000 L	1	1,3	4
Total Costos UF	---	94,9	292

Tabla 39 Costos de Muestreo y Análisis para los Pasivos Ambientales Sin Análisis ubicados en las SSEE de la Séptima Región. Los Números de Serie y la ubicación de los equipos por SSEE, se encuentra en el Anexo N°1.

Por lo tanto, los costos totales que incluyen muestreo, análisis y viajes (10 UF) para la regulación de la séptima región son: 397 UF.

Etapas 2: Habilitación del Sitio de Acopio Temporal N° 2.

La habilitación considera:

- El Diseño del Sitio de Acopio Temporal.
- La Instalación de acuerdo al DS 148/ 03.
- El Acopio y Transporte de los pasivos ambientales peligrosos según lo señala el DS 148/ 04.
- La Autorización Sanitaria otorgada por el SEREMI de Salud competente en cada región.

Para diseñar el sitio de acopio temporal se consideran todos los puntos señalados en la metodología los cuales están resumidos en dos pasos, la selección del Sitio de Acopio Temporal y luego el Dimensionamiento y Costos de la bodega de pasivos ambientales contaminados con PCB.

a. Selección de la SSEE.

La SSEE optima técnicamente para construcción de la bodega de pasivos ambientales peligrosos es aquella en donde las gráficas de: litros de aceite contaminado con PCB versus ubicación y litros de aceite sin análisis de PCB versus ubicación, tengan sus máximos. A continuación se muestran las gráficas nombradas. Figuras N° 16 y 17 respectivamente.

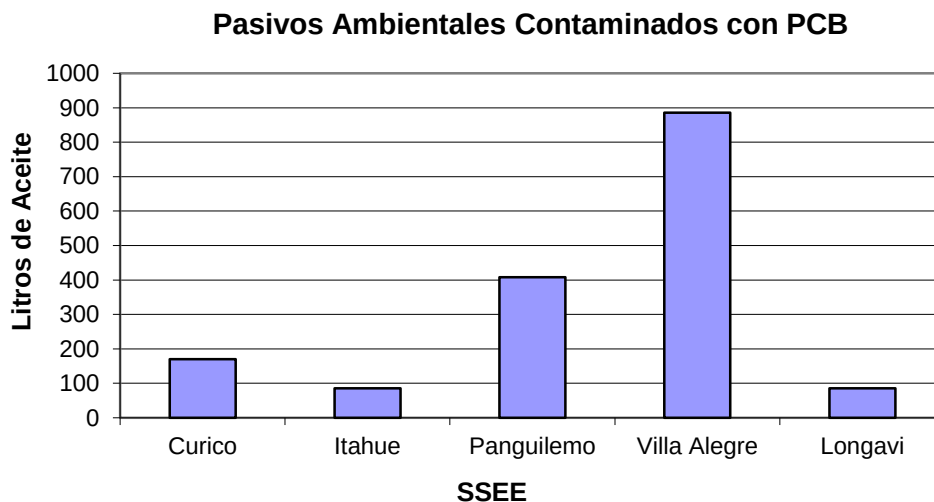


Figura 16: Pasivos Ambientales Contaminados con PCB, Litros de aceite contaminado versus SSEE comprendidas en la Séptima Región.

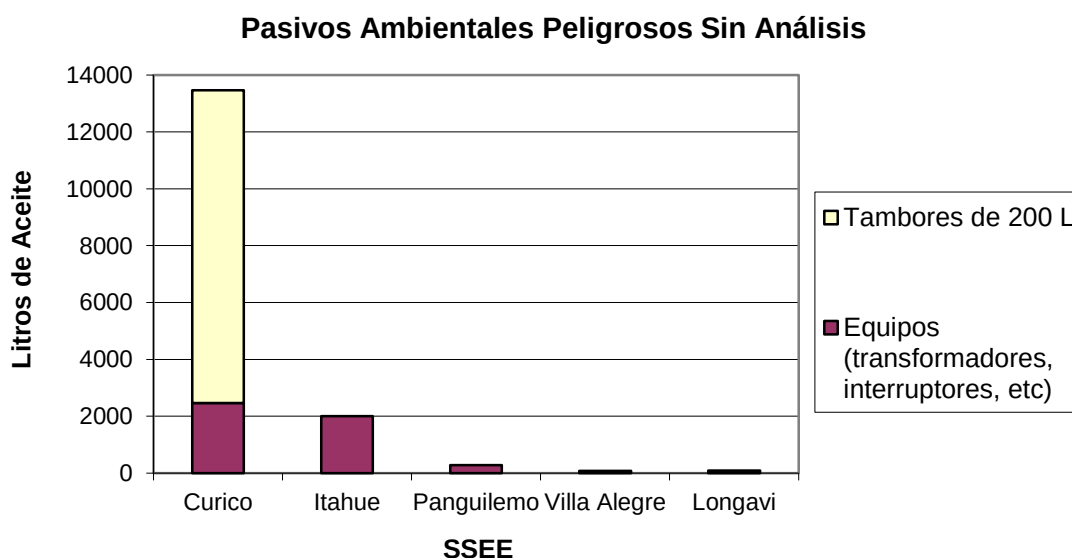


Figura 17: Pasivos Ambientales Sin Análisis, Litros de aceite sin análisis versus SSEE comprendidas en la Séptima Región.

De acuerdo a las gráficas la SSEE óptima, por razones de menor traslado de material contaminado o potencialmente contaminado con PCB, es la SSEE Curicó.

Luego se evalúan los siguientes parámetros legales y técnicos: accesos para salida y entrada de camiones, terreno para la instalación de la bodega y ubicación según el plano regulador comunal.

En la tabla N° 41, se resumen los aspectos significativos para ubicar la bodega de pasivos ambientales contaminados con PCB.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

SSEE	Mayor Cantidad de Litros Contaminados con PCB o Potencialmente Contaminados con PCB	Según Plano Regulador Comunal, es posible la instalación de un bodega de residuos peligrosos	Los accesos viales permiten la entrada y salida de camiones.	El terreno y el espacio permiten la instalación de una bodega de residuos peligrosos.
Curicó	✓	No	✓	✓
Itahue		**	✓	✓
Panguilemo		**	✓	✓
Villa Alegre		**	✓	✓
Longavi		**	✓	✓

** Aun no está aprobado el Plan Regulador correspondiente a las comunas donde están situadas las SSEE
 Tabla 40 Aspectos Significativos para la Selección del Sitio de Acopio Temporal en la Séptima Región.

De acuerdo al análisis anterior la ubicación de la bodega de pasivos ambientales contaminados con PCB, no puede ser la SSEE Curicó, por lo tanto su ubicación será la SSEE Villa Alegre, por poseer la segunda mayoría con respecto a litros contaminados con PCB, contar con los accesos viales y de superficie necesarios, sin embargo, cabe destacar que es determinante el conocimiento del plan regulador para dar ubicación real.

- b. Dimensionamiento y Costos de la bodega de pasivos ambientales peligrosos contaminados con PCB.

Para dimensionar la bodega son necesarios los siguientes datos:

- Cantidad y dimensiones de los pasivos desinados para el sitio de acopio temporal.
- Características de los sitios de almacenamiento, señalados en el DS 148.

A continuación en la tabla N° 42, se muestra la hoja de cálculo, que determina las máximas dimensiones con la que contaría el Sitio de Acopio Temporal N° 2, en caso de que todos los pasivos ambientales sin análisis en la séptima región se encuentren contaminados.

Finalmente en la tabla N°43, se realiza un resumen de Pasivos Ambientales Peligrosos para el Sitio de Acopio Temporal N° 2, luego se indican las dimensiones para el Sitio del Acopio Temporal N° 2, en la tabla N° 44.

Equipo	N° Total
Transformador de Servicios Auxiliares	3
Transformador de Corriente	7
Transformador de Voltaje	6
Transformador Trimono	3
Transformador Múltiple	1
Transformador de Señales	5
Transformador de Señales (mochila)	3
Interruptor ADDA	12
Tambores de 200 L	50
Bin 1000 L	1

Tabla 41 Total de Pasivos Ambientales para Almacenar en el Sitio de Acopio Temporal N° 2, ubicado en la Séptima Región.



Dimensiones del Sitio de Acopio Temporal N°2	Metros
Ancho	23
Largo	23
Alto	4

Tabla 42 Dimensiones del Sitio de Acopio Temporal N° 2, ubicado en la Séptima Región.

Costos del Sitio de Acopio Temporal N° 2

De acuerdo con la Resolución Exenta N° 8413/ 2010 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, se observa las Tablas de costos por metro cuadrado de construcción, en específico la Tabla II Otras Construcciones, que de acuerdo a las características técnicas y fines de la misma corresponde a la categoría AA subíndice c, lo que corresponde a que el metro cuadrado para el sitio de acopio temporal tiene un valor estimado en \$ 15. 000 (En pesos moneda nacional, base enero 2010); como se indica en el Anexo N° 3.

Por lo tanto, el costo que incluye tanto materiales como mano de obra del Sitio de Acopio Temporal N° 2 que correspondiente a la regularización de la séptima región, ubicado específicamente en la SSEE Villa Alegre, se indica en la siguiente tabla N° 45.

Área Sitio de Acopio Temporal N°2	Costo Total Pesos Chilenos	Costo Total UF.
529 [m ²]	7.935.000	367

Tabla 43 Costos para la Construcción del Sitio de Acopio Temporal N° 2, ubicado en la Séptima Región.
Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Dimensiones Unitarias [metros]	T. Servicios Auxiliares	T. de Corriente	T. de Voltaje	T. Trimono	T. Múltiple	T. Señales	T. Señales (mochila)	I. ADDA	Tambores 200 L	Bin 1000 L
Alto	2,5	1,5	1,5	1,1	0,4	2	0,6	3	1,1	1,3
Ancho	1	0,6	0,8	0,5	0,3	1	0,4	0,6	0,5	1,5
Largo	2	0,6	0,8	0,5	0,3	1,5	0,7	1,5	0,5	1,5
Dimensiones Totales [metros]	T. Servicios Auxiliares	T. de Corriente	T. de Voltaje	T. Trimono	T. Múltiple	T. Señales	T. Señales (mochila)	I. ADDA	Tambores 200 L	Bin 1000 L
Ancho	3	4,2	4,8	1,5	0,3	5	1,2	7,2	25	1,5
Largo	6	4,2	4,8	1,5	0,3	7,5	2,1	18	25	1,5
Estructura dos pisos	T. Servicios Auxiliares	T. de Corriente	T. de Voltaje	T. Trimono	T. Múltiple	T. Señales	T. Señales (mochila)	I. ADDA	Tambores 200 L	Bin 1000 L
Alto	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Ancho	3	2,1	2,4	0,75	0,3	5	0,6	7,2	12,5	1,5
Largo	6	2,1	2,4	0,75	0,3	7,5	1,05	18	12,5	1,5
Considerando los pasillos	T. Servicios Auxiliares	T. de Corriente	T. de Voltaje	T. Trimono	T. Múltiple	T. Señales	T. Señales (mochila)	I. ADDA	Tambores 200 L	Bin 1000 L
Ancho	15	2,1	2,4	0,75	0,3	5	0,6	7,2	12,5	1,5
Largo	12	2,1	2,4	0,75	0,3	7,5	1,05	18	12,5	1,5
Área por sección	180	4,41	5,76	0,5625	0,09	37,5	0,63	129,6	156,25	2,25
Área total Sitio de Acopio Temporal N° 2	517,0525									

Tabla 44 Hoja de Cálculos para el Área del Sitio de Acopio Temporal N° 2, ubicado en la Séptima Región.



Etapas 3: Transporte y Acopio de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB al Sitio de Acopio Temporal.

La información acerca de costos asociados al transporte de residuos peligrosos, fue obtenida a través de una cotización enviada por la empresa HIDRONOR, entre las regiones metropolitana y sexta, de acuerdo a esto en la tabla N° 46, se observa el valor unitario por viaje hasta el sitio de acopio temporal ubicado en la SSEE Villa Alegre, Séptima Región.

Carga Max.	Valor por viaje desde la Séptima Región.
10 Pallet	23 UF
20 Pallet	26 UF

Tabla 45 Costos asociados al Transporte de Residuos Peligrosos desde las SSEE ubicadas en las Séptima Región. Anexo N° 4, Cotización N° 14199, Empresa HIDRONOR. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

A continuación en la tabla N° 47, se enumeran las cargas a transportar desde las diferentes SSEE contempladas en la Séptima Región, hasta el Sitio de Acopio Temporal N° 2, ubicado en la SSEE Villa Alegre.

Pasivos Ambientales Contaminados con PCB y Sin Análisis	N° de equipos	N° de Pallet	Total de pallet a transportar en la séptima región	Valor Total del Transporte
SSEE: Curicó			40	52 UF
Transformador de Servicios Auxiliares	2	4		
Transformador de Voltaje	3	1		
Transformador de Corriente	2	1		
Transformador Múltiple	1			
Transformador de Señales	1	1		
Transformador de Señales (mochila)	3	1		
Interruptor ADDA	3	3		
Tambor de 200 L	50	13		
Bin 1000 L	1	1		
SSEE: Itahue				
Transformador de Señales	4	4		
Interruptor ADDA	1	1		
SSEE: Panguilemo				
Transformador de Voltaje	3	1		
Transformador de Corriente	5	2		
Transformador Trimono	2			
Interruptor ADDA	4	4		
SSEE: Longavi				
Interruptor ADDA	3	3		

Tabla 46 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales Contaminados y Sin Análisis al Sitio de Acopio Temporal N° 2. La cantidad de equipos que se acomodan sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.

Por lo tanto el valor total por el transporte de los pasivos ambientales peligrosos contaminados con PCB y los equipos sin análisis al sitio de acopio temporal N° 2 es 52 UF.



Etapla 4: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Séptima Región.

El manejo para este tipo de pasivos se divide entre los Pasivos Ambientales No contaminados con PCB Valorizables y los No Valorizables. A continuación se evalúa el manejo para el primer tipo de Pasivo Ambiental No Contaminado con PCB.

El manejo para este tipo de pasivos indica entregarlos a empresas dedicadas a la valorización de este tipo de artículos, esencialmente el trabajo de estas es: deshuesar los equipos y formar tres conjuntos de los cual el primero corresponde a la chatarra, la cual es reutilizada en la fundición para obtener fierro, el segundo es el aceite dieléctrico el cual es entregado, sin costo, a empresas como HIDRONOR Y BRAVO ENERGY, las cuales utilizan este residuos para la elaboración de combustibles alternativos y por ultimo están los aisladores, cartones y partes activas de los equipos los cuales deben ser dispuestos en sitios autorizados para su disposición final.

Expuesto los puntos anteriores los equipos que son recibidos por están empresas de reciclaje son: Armarios Metálicos, transformadores Trimono, Múltiples y de Servicios Auxiliares, recibiendo EFE un valor de \$500 por KVA o bien \$50 por Kilogramo. Luego los transformadores de corriente y voltaje y los aisladores, deben ser dispuestos en sitios autorizados, servicio que ofrece la empresa HIDRONOR y a través de una cotización (Anexo N° 4), es posible hacer la modelación de los costos asociados a este tipo de pasivos.

El transporte de estos pasivos a las empresas de valorización es por costo de EFE. Su cálculo esta realizado en la Tabla N° 49.

A continuación se muestra la Tabla N° 48, en la cual se indican los equipos a valorizar dentro de las SSEE Curicó a Longavi.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Pasivos Ambientales Peligrosos NO Contaminados	N° de Serie	Concentración PCB ppm	KVA por Equipo	Kg. por Equipo	Valorización Por Equipo
SSEE: Curicó					
1 Transformador Servicios Auxiliares	209216	36,7	200	---	100 000
15 Armarios Metálicos de Control	---	---	---	150	112 500
SSEE: Itahue					
2 Transformadores Múltiples	20681, 20881, 20848, 20914, 20782, 20815	29,9	70	---	70 000
	20882, 20849, 20915, 20783, 20816	11	70	---	
2 Armarios Metálicos de Control	---	---	---	150	15 000
1 Armario de Archivos	---	---	---	70	3 500
SSEE: Panguilemo					
4 Transformadores Múltiples	20784, 20817, 20916, 20850, 20883	<10	70	---	140 000
	20952	12,8	70	---	
	20785, 20818, 20917, 20851, 20884	12,9	70	---	
	20951	11,9	70	---	
4 Armarios Metálicos de Control	---	---	---	150	30 000
SSEE: Villa Alegre					
1 Transformador Múltiple	20891, 20859, 20924, 20825, 20792.	<10	70	---	35 000
1 Transformador Servicios Auxiliares	209228	30,8	200	---	100 000
1 Interruptor ADDA	48820	29,8	---	300	15 000
SSEE: Longavi					
3 Armarios Metálicos de Control	---	---	---	150	22 500

Tabla 47 Valorización de Pasivos Ambientales ubicados en la Séptima Región.
Especificaciones Técnicas de los Equipos Eléctricos en Anexo N°1.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Por lo tanto la valorización total de los equipos ubicados entre las regiones Metropolitanas y Séptima es de: \$ 643. 500, correspondiente a 29, 8 UF. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Pasivos Ambientales NO Contaminados con PCB	N° de serie	N° de equipos	N° de Pallet	Pallet a Transportar por región	Valor Transporte total por región
SSEE: Curicó				20	26 UF
Transformador Servicios Auxiliares	209216	1	2		
Armarios Metálicos de Control	---	15	8		
SSEE: Itahue					
Transformador Múltiple	20681, 20881, 20848, 20914, 20782, 20815	2	1		
Armario Metálico de Archivo	---	1			
Armarios Metálicos de Control	---	2	1		
SSEE: Panguilemo					
Transformador Múltiple		4	2		
Armarios Metálicos de Control	---	4	2		
SSEE: Villa Alegre					
Transformador Múltiple		1	1		
Interruptor ADDA	48820	1			
Transformador Servicios Auxiliares	209228	1	2		
SSEE: Longavi					
Armarios Metálicos de Control	---	3	1		

Tabla 48 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, Valorizables ubicados en la Séptima Región. (El transporte considera desde las SSEE de la Séptima Región hasta la Región Metropolitana). La cantidad de equipos que pueden ser acomodados por pallet se encuentra en el Anexo N° 1. . Costo de transporte, ver Tabla N° 45.

Finalmente se muestra a continuación la tabla N° 50, en donde se encuadra el beneficio de la valorización de estos pasivos versus el costo del transporte hacia las empresas de reciclaje.

	Valorización Equipos	Costo Transporte
Pasivos Ambientales Peligrosos No contaminados con PCB Valorizables	29,8 UF	26 UF
Total Beneficio (Valor: Valorización equipos – Valor Transporte)	3,8 UF	

Tabla 49 Beneficio de la Valorización de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB ubicados en las SSEE de la Séptima Región Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.



Luego el manejo de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables contempla la disposición final. Con respecto a este punto cabe señalar que los costos están asociados al peso de los equipos, por lo tanto en la tabla N° 51, se cuantifica el peso total de los equipos a disponer.

Pasivos Ambientales Peligrosos NO Contaminados con PCB	N° de Serie	Concentración PCB ppm	Peso Kg.
SSEE: Curicó			
5 Transformadores de Corriente	127092	37,1	600
	127070	<10	
	127127	10,2	
	127130	<10	
	127116	<10	
1 Transformadores de Voltaje	127183	38	150
SSEE: Itahue			
6 Transformadores de Corriente	127109	---	360
SSEE: Panguilemo			
3 Transformador de Corriente	127088	<10	360
	127138	49,1	
	127137	<10	
10 Aisladores	---	----	600
SSEE: Villa Alegre			
1 Transformadores de Voltaje	127163	<10	150
Peso Total			2 220

Tabla 50 Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Séptima Región. El peso unitario de los equipos se encuentra en el anexo N° 1.

Según la cotización entrega por la empresa HIDRONOR, efectuar la disposición final de equipos sin contaminación de PCB tiene un costo de 10 UF por Tonelada, con respecto a lo anterior en la tabla N° 52, se evalúa el costo total que conlleva la disposición de los pasivos ambientales no valorizables desde la SSEE Curicó a la SSEE Longavi.

	Peso Total Toneladas	Costo por Disposición Final UF
Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables.	2, 22	22, 2

Tabla 51 Costo asociados a la Disposición Final de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Séptima Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

A continuación, en la tabla N° 53, se encuadraran los costos de transporte que conlleva la disposición de los pasivos ambientales peligrosos no contaminados con PCB, no valorizables. Luego en la tabla N° 54, se indica el costo por disposición incluyendo el transporte, que supone el manejo de los pasivos ambientales, No contaminados con PCB, No valorizables.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Pasivos Ambientales Peligrosos NO Contaminados con PCB	N° de Serie	N° de Pallet	Costo transporte UF
SSEE: Curicó			23 UF
5 Transformadores de Corriente	127092	2	
	127070		
	127127		
	127116		
	127130		
1 Transformadores de Voltaje	127183		
SSEE: Itahue			
6 Aisladores	---	1	
SSEE: Panguilemo			
3 Transformador de Corriente	127088	2	
	127138		
	127137		
8 Aisladores	---		
SSEE: Villa Alegre			
1 Transformadores de Voltaje	127163	0	

Tabla 52 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, No Valorizables ubicados en la Séptima Región. (El transporte considera desde las SSEE de la Séptima Región hasta la Región Metropolitana).

	Peso Total Toneladas	Costo Total por Disposición Final UF (Valor Transporte + Valor Disposición)
Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados Con PCB No Valorizables.	2, 22	45, 2

Tabla 53 Costo asociados a la Disposición Final más el Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Séptima Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Finalmente el costo asociado a la etapa N° 4 en la fase N° 1 se muestra en la siguiente tabla N° 55.

Pasos	Costo Asociados UF
1. Beneficio Valorización equipos	3,8
2. Costos disposición final	45, 2
Costo Total Etapa N° 4 (Valor Disposición Final – Valor Valorización Equipos)	41,4

Tabla 54 Costo Total Etapa N° 4 “Manejo Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB” en las SSEE de la Séptima Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Etapa 5: Disposición Final de los condensadores ubicados en las SSEE comprendidas en la Séptima Región.

El manejo de este tipo de equipos, dada su alta concentración en PCB, debe ser realizado en países autorizados para su incineración, en Chile la única empresa autorizada para hacer tal manejo, exportación de residuos contaminados con PCB, para su destrucción, es HIDRONOR y a través de la cotización N° 14167 (Anexo N° 4), es posible apreciar que el costo por la eliminación total de equipos contaminados con PCB, es 4 euros por Kg.

A continuación en la tabla N° 56, se encuadra los costos asociados a este manejo de equipos entre las SSEE Lo Espejo a San Fernando.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

SSEE	N° Total de Condensadores	Peso Unitario del condensador Kg.	Costo por eliminación euros/kg.	Costo Total por la eliminación de los Condensadores euros
Curicó	90	50	4	18 000
Itahue				
Panguilemo				
Villa Alegre				
Longavi				

Tabla 55 Costo asociado a la Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Séptima Región. Valor Euro Fecha: 15/04/2011: \$682, 43. Valor UF Fecha: 14/0/2011: 21 619. Peso Unitario en Anexo N°1.

El costo por la eliminación de los condensadores entre las SSEE Curicó y Longavi es de 568, 2 UF.

Costo asociado al transporte de los condensadores. Se observa en la tabla N° 57.

SSEE	N° de Condensadores por SSEE	N° Pallet necesarios	Costo Asociado al Transporte.
Curicó	18	8	23 UF
Itahue	18		
Panguilemo	18		
Villa Alegre	18		
Longavi	18		

Tabla 56 Costo asociado al Transporte de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Séptima Región. La cantidad de equipos que se acomodan sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.

Por lo tanto el costo total de la etapa N° 5 en la fase N° 2, tiene un valor de: 591, 2 UF.

Costo Fase 2: Regularización Séptima Región

Resumen de costos para la Fase 2, vale decir, para cada una de las etapas en valor estándar de unidades de fomento UF, se indica en la tabla N° 58.

Fase	Etapas	Metas Por Etapa	Costos Asociados UF
2	1	Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Sin Análisis en las SSEE comprendidas en la Séptima Región.	397 UF
	2	Habilitación del Sitio de Acopio Temporal Regional N° 2.	367 UF
	3	Transporte y Acopio de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB al Sitio de Acopio Temporal.	52 UF
	4	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE	41,4 UF
	5	Disposición Final de los condensadores ubicados en las SSEE	591, 2 UF
Costo Total Fase N° 2			1448, 6 UF

Tabla 57 Costo Total Fase N° 2 “Regularización Séptima Región”, Estructura 1, Plan de Manejo Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.



Fase N° 3: Regularización de la Octava Región.

La presente fase indica de forma análoga las etapas y metas de la fase N° 1 y 2, que corresponde a la regulación de la sexta región y séptima región respectivamente, para la regulación de la octava región. A continuación en la tabla N° 59, se indican las etapas y metas que comprende la presente fase.

Fase	Etapas	Metas Por Etapa
3	1	Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos sin análisis en las SSEE comprendidas en la Octava Región.
	2	Habilitación del sitio de acopio temporal regional N° 3
	3	Transporte y Acopio de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB al sitio de Acopio Temporal.
	4	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Octava Región.
	5	Disposición Final de los condensadores ubicados en las SSEE comprendidas en la Octava Región.

Tabla 58 Fase 3, Estructura 1, Plan de Manejo Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.

Etapas 1: Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos sin análisis en las SSEE comprendidas en la octava región.

Los costos para el cumplimiento de esta etapa son modelados a partir de la cotización recibida por la empresa HIDRONOR N° 94, ubicada en el Anexo N° 4.

Los costos unitarios asociados a muestreo y análisis según las normas que exige EFE son los descritos en la tabla N° 20, a continuación en la tabla N° 60, se modelan los costos de muestreo y análisis para los pasivos ambientales ubicados en la séptima región.

Pasivos Ambientales Peligrosos Sin Análisis	Unidades Totales	Costo Muestreo UF	Costo Análisis UF
Transformador de Servicios Auxiliares	4	5,2	16
Transformador de Corriente	9	11,7	36
Transformadores de Señales	2	2,6	8
Transformadores de señales (mochila)	22	28,6	88
Transformador **	1	1,3	4
Interruptor ADDA	5	6,5	20
Tambores 200 L	16	20,8	64
Carro filtro de aceite	1	1,3	4
Total Costos UF	---	78	240

Tabla 59 Costos de Muestreo y Análisis para los Pasivos Ambientales ubicados en la Octava Región, Estructura 1, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Por lo tanto, los costos totales que incluyen muestreo, análisis y viajes (10 UF) para la regulación de la octava región son: 328 UF.

Etapas 2: Habilitación del Sitio de Acopio Temporal N° 3.

La habilitación considera:

- El Diseño del Sitio de Acopio Temporal.



- La Instalación de acuerdo al DS 148/ 03.
- El Acopio y Transporte de los pasivos ambientales peligrosos según lo señala el DS 148/ 04.
- La Autorización Sanitaria otorgada por el SEREMI de Salud competente en cada región.

Para diseñar el sitio de acopio temporal se consideran todos los puntos señalados en la metodología los cuales están resumidos en dos pasos, la selección del Sitio de Acopio Temporal y luego el Dimensionamiento y Costos de la bodega de pasivos ambientales contaminados con PCB.

a. Selección de la SSEE.

La SSEE optima técnicamente para construcción de la bodega de pasivos ambientales peligrosos es aquella en donde las gráficas de: litros de aceite contaminado con PCB versus ubicación y litros de aceite sin análisis de PCB versus ubicación, tengan sus máximos. A continuación se muestran las gráficas nombradas, respectivamente.

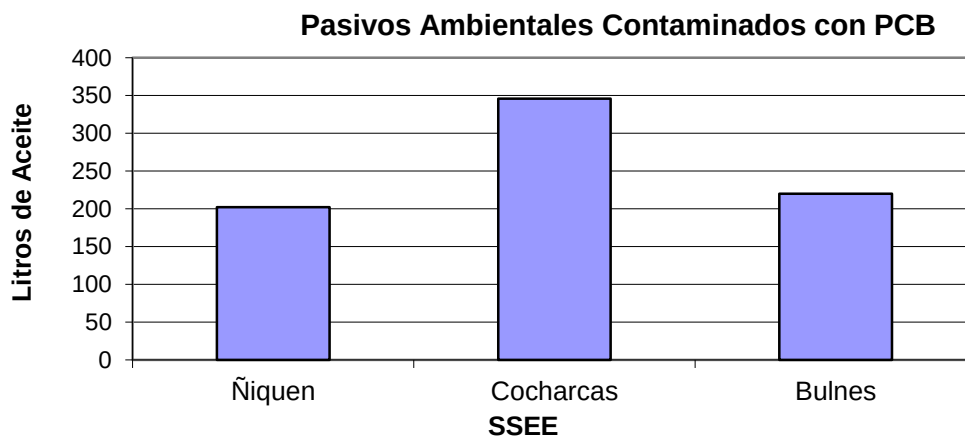


Figura 18: Pasivos Ambientales Contaminados con PCB, Litros de aceite contaminado versus SSEE comprendidas en la Octava Región.

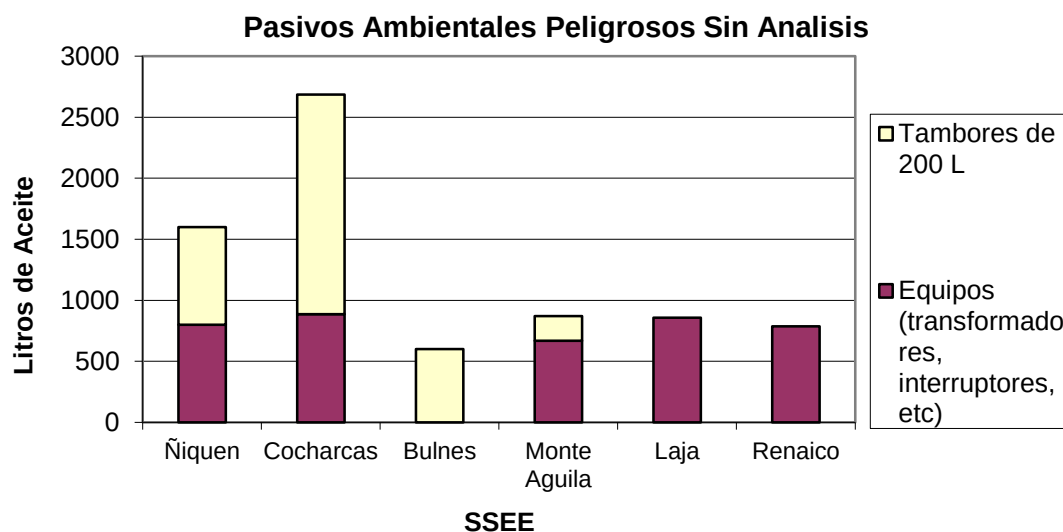


Figura 19: Pasivos Ambientales Sin Análisis, Litros de aceite sin análisis versus SSEE comprendidas en la Octava Región.



De acuerdo a las gráficas la SSEE óptima, por razones de menor traslado de material contaminado o potencialmente contaminado con PCB, es la SSEE Cocharcas.

Luego se evalúan los siguientes parámetros legales y técnicos: accesos para salida y entrada de camiones, terreno para la instalación de la bodega y ubicación según el plano regulador comunal.

En la tabla N° 61, se resumen los aspectos significativos para ubicar la bodega de pasivos ambientales contaminados con PCB.

SSEE	Mayor Cantidad de Litros Contaminados con PCB o Potencialmente Contaminados con PCB	Según Plano Regulador Comunal, es posible la instalación de un bodega de residuos peligrosos	Los accesos viales permiten la entrada y salida de camiones.	El terreno y el espacio permiten la instalación de una bodega de residuos peligrosos.
Ñiquén		**	✓	✓
Cocharcas	✓	**	✓	✓
Bulnes		**	✓	✓
Monte Águila		**	✓	✓
Laja		**	✓	✓
Renaico		**	✓	✓

** Aun no está aprobado el Plan Regulador correspondiente a las comunas donde están situadas las SSEE
Tabla 60 Aspectos Significativos para la Selección del Sitio de Acopio Temporal en la Octava Región.

De acuerdo al análisis anterior la ubicación de la bodega de pasivos ambientales contaminados con PCB, será la SSEE Cocharcas, por poseer la mayoría de litros contaminados con PCB y potencialmente contaminados, contar con los accesos viales y superficie necesaria, sin embargo, cabe destacar que es determinante el conocimiento del plan regulador para dar ubicación real.

- b. Dimensionamiento y Costos de la bodega de pasivos ambientales peligrosos contaminados con PCB.

Para dimensionar la bodega son necesarios los siguientes datos:

- Cantidad y dimensiones de los pasivos desinados para el sitio de acopio temporal.
- Características de los sitios de acopio de residuos peligrosos señalados en el DS 148.

A continuación en la tabla N° 62, se muestra la hoja de cálculo, que determina las máximas dimensiones con la que contaría el Sitio de Acopio Temporal N° 3, en caso de que todos los pasivos ambientales sin análisis en la Octava Región se encuentren contaminados.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Dimensiones Unitarias [metros]	T. Servicios Auxiliares	T. de Corriente	T. de Voltaje	T. Trimono	T. Múltiple	T. Señales	T. Señales (mochila)	I. ADDA	Tambores 200 L	T. Empalme	T **
Alto	2,5	1,5	1,5	1,1	0,4	2	0,6	3	1,1	0,7	1,8
Ancho	1	0,6	0,8	0,5	0,3	1	0,4	0,6	0,5	0,5	0,7
Largo	2	0,6	0,8	0,5	0,3	1,5	0,7	1,5	0,5	0,5	1
Dimensiones Totales [metros]	T. Servicios Auxiliares	T. de Corriente	T. de Voltaje	T. Trimono	T. Múltiple	T. Señales	T. Señales (mochila)	I. ADDA	Tambores 200 L	T. Empalme	T **
Ancho	4	6,6	0,8	0,5	0,6	2	8,8	4,8	8	2	0,7
Largo	8	6,6	0,8	0,5	0,6	3	15,4	12	8	2	1
Estructura dos pisos	T. Servicios Auxiliares	T. de Corriente	T. de Voltaje	T. Trimono	T. Múltiple	T. Señales	T. Señales (mochila)	I. ADDA	Tambores 200 L	T. Empalme	T **
Alto	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Ancho	4	3,3	0,4	0,25	0,3	5	4,4	4,8	4	1	0,7
Largo	8	3,3	0,4	0,25	0,3	7,5	7,7	12	4	1	1
Considerando los pasillos	T. Servicios Auxiliares	T. de Corriente	T. de Voltaje	T. Trimono	T. Múltiple	T. Señales	T. Señales (mochila)	I. ADDA	Tambores 200 L	T. Empalme	T **
Ancho	17	3,3	0,4	0,25	0,3	5	4,4	4,8	4	1	0,7
Largo	14	3,3	0,4	0,25	0,3	7,5	7,7	12	4	1	1
Área por sección	238	10,89	0,16	0,0625	0,09	37,5	33,88	57,6	16	1	0,7
Área total Sitio de Acopio Temporal N° 3	395,8825										

Tabla 61 Hoja de Cálculos para el Área del Sitio de Acopio Temporal N° 3, ubicado en la Octava Región.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Finalmente se realiza un resumen de Pasivos Ambientales Peligrosos para el Sitio de Acopio Temporal N° 3 (tabla N° 63) y las dimensiones del Sitio de Acopio Temporal N° 3, son señaladas en la tabla N° 64.

Equipo	N° Total
Transformador de Servicios Auxiliares	4
Transformador de Corriente	11
Transformador de Voltaje	1
Transformador Trimono	1
Transformador Múltiple	2
Transformador de Señales	2
Transformador de Señales (mochila)	22
Transformador de Empalme	4
Transformador **	1
Interruptor ADDA	8
Tambores de 200 L	16

Tabla 62 Total de Pasivos Ambientales para Almacenar en el Sitio de Acopio Temporal N° 3, ubicado en la Octava Región.

Dimensiones del Sitio de Acopio Temporal N° 3	Metros
Ancho	20
Largo	20
Alto	4

Tabla 63 Dimensiones del Sitio de Acopio Temporal N° 3, ubicado en la Octava Región.

Costos del Sitio de Acopio Temporal N° 3

De acuerdo con la Resolución Exenta N° 8413/ 2010 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, se observa las Tablas de costos por metro cuadrado de construcción, en específico la Tabla II Otras Construcciones, que de acuerdo a las características técnicas y fines de la misma corresponde a la categoría AA subíndice c, lo que corresponde a que el metro cuadrado para el sitio de acopio temporal tiene un valor estimado en \$ 15. 000 (En pesos moneda nacional, base enero 2010); como se indica en el Anexo n° 3.

Por lo tanto, el costo que incluye tanto materiales como mano de obra del Sitio de Acopio Temporal N° 3 que correspondiente a la regularización de la séptima región, ubicado específicamente en la SSEE Cocharcas, se indica en la siguiente tabla N° 65.

Área Sitio de Acopio Temporal N°3	Costo Total Pesos Chilenos	Costo Total UF.
400 [m ²]	6.000.000	278

Tabla 64 Costos asociados al Transporte de Residuos Peligrosos desde las SSEE ubicadas en las Octava Región.
Anexo N° 4, Cotización N° 14199, Empresa HIDRONOR. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.



Etap 3: Transporte y Acopio de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB al sitio de Acopio Temporal N° 3.

La información acerca de costos asociados al transporte de residuos peligrosos, fue obtenida a través de una cotización enviada por la empresa HIDRONOR, entre las regiones metropolitana y sexta, de acuerdo a esto en la tabla N° 66, se observa el valor unitario por viaje hasta el sitio de acopio temporal ubicado en la SSEE Cocharcas, Octava Región.

Carga Max.	Valor por viaje desde la Octava Región.
10 Pallet	33 UF
20 Pallet	36 UF

Tabla 65 Costos para la Construcción del Sitio de Acopio Temporal N° 2, ubicado en la Octava Región.
Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

A continuación en la tabla N° 67, se enumeran las cargas a transportar desde las diferentes SSEE contempladas en la Octava Región, hasta el Sitio de Acopio Temporal ubicado en la SSEE Cocharcas .

Pasivos Ambientales Contaminados con PCB y Sin Análisis	Nº de equipos	Nº de Pallet	Total de pallet a transportar en la Octava región	Valor Total del Transporte UF
SSEE: Ñiquén			29	69
Transformador de Servicios Auxiliares	1	2		
Transformador de Voltaje	1	1		
Interruptor ADDA	2	2		
Tambor de 200 L	4	1		
SSEE: Bulnes				
Transformador de Corriente	1	0		
Transformador Múltiple	3	1		
Tambor 200 L	3	1		
SSEE: Monte Águila				
Transformador de Empalme	4	1		
Transformador de Señales (mochila)	22	6		
SSEE: Laja				
Transformador **	1	1		
Transformador de Señales	1	1		
Transformador de Corriente	9	3		
Interruptor ADDA	3	3		
SSEE: Renaico				
Transformador de Servicios Auxiliares	2	4		
Transformador de Señales	1	1		
Interruptor ADDA	1	1		

Tabla 66 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales Contaminados y Sin Análisis al Sitio de Acopio Temporal N° 3. La cantidad de equipos que se acomodan sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.

Por lo tanto el valor total por el transporte de los pasivos ambientales peligrosos contaminados con PCB y los equipos sin análisis al sitio de acopio temporal N° 3 es 69 UF.



Etapa 4: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Octava Región.

El manejo para este tipo de pasivos se divide entre los Pasivos Ambientales No contaminados con PCB Valorizables y los No Valorizables. A continuación se evalúa el manejo para el primer tipo de Pasivo Ambiental No Contaminado con PCB.

El manejo para este tipo de pasivos indica entregarlos a empresas dedicadas a la valorización de este tipo de artículos, esencialmente el trabajo de estas es: deshuesar los equipos y formar tres conjuntos de los cual el primero corresponde a la chatarra, la cual es reutilizada en la fundición para obtener fierro, el segundo es el aceite dieléctrico el cual es entregado, sin costo, a empresas como HIDRONOR Y BRAVO ENERGY, las cuales utilizan este residuos para la elaboración de combustibles alternativos y por ultimo están los aisladores, cartones y partes activas de los equipos los cuales deben ser dispuestos en sitios autorizados para su disposición final.

Expuesto los puntos anteriores los equipos que son recibidos por están empresas de reciclaje son: Armarios Metálicos, transformadores Trimono, Múltiples y de Servicios Auxiliares, recibiendo EFE un valor de \$500 por KVA o bien \$50 por Kg. Luego los transformadores de corriente y voltaje y los aisladores, deben ser dispuestos en sitios autorizados, servicio que ofrece la empresa HIDRONOR y a través de una cotización (Anexo N° 4), es posible hacer la modelación de los costos asociados a este tipo de pasivos.

A continuación se muestra la tabla N° 68, en la cual se indican los equipos a valorizar dentro de las SSEE Ñiquén a Renaico.

Pasivos Ambientales Peligrosos NO Contaminados	N° de Serie	Concentración PCB ppm	KVA por Equipo	Kg. por Equipo	Valorización Por Equipo
SSEE: Ñiquén					
2 Transformadores Trimono	20946	12,3	50	---	25 000
	20955	20,2	50	---	
2 Transformadores Múltiples	20888 20856 20921 20822 20789	10	70	---	70 000
	20887 20855 20920 20821 20788	< 10	70	---	
2 motores asincrónicos	---	---	---	180	18 000
2 armarios metálicos de control	---	---	---	150	15 000



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Pasivos Ambientales Peligrosos NO Contaminados	N° de Serie	Concentración PCB ppm	KVA por Equipo	Kg. por Equipo	Valorización Por Equipo
SSEE: Cocharcas					
2 Transformadores Múltiples	20894 20862 20927 20828 20795	11,9	70	---	70 000
	20893 20861 20926 20827 20794	10,4	70	---	
1 Transformador Trimono	20948	13,6	50	---	25 000
1 Interruptor ADDA	50533	42,1	---	300	15 000
5 motores asincrónicos	---	---	---	180	45 000
SSEE: Bulnes					
1 Transformador de servicios auxiliares	209237	12,4	200	---	100 000
1 Interruptor ADDA	50542	18,9	---	300	15 000
200 kg. de chatarra	---	---	---	---	10 000
SSEE: Monte Águila					
500 kg. de chatarra	---	---	---	---	25 000
SSEE: Laja					
2 Transformadores de servicios auxiliares (*)	51308	24,2	150	---	150 000
	51309	13,7	150	---	
1 transformador de señales TAMANI	51314	17,7	50	---	25 000
1 Interruptor ADDA de aire comprimido	---	---	---	300	15 000
6 estanques de aire comprimido	---	---	---	130	39 000
6 casetas metálicas de control	---	---	---	40	12 000
1 armario metálico de control	---	---	---	150	7 500
300 kg de chatarra	---	---	---		15000
SSEE: Renaico					
5 estanques de aire comprimido	---	---	---	130	32 500

Tabla 67 Valorización de Pasivos Ambientales ubicados en la Octava Región.
Especificaciones Técnicas de los Equipos Eléctricos en Anexo N°1.

Por lo tanto la valorización total de los equipos ubicados en la octava región es de: \$ 729 000, correspondiente a 33, 7 UF.

A continuación en la tabla N° 69, se enumeran las cargas a transportar desde las diferentes SSEE contempladas en la Octava Región, hasta la Región Metropolitana



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Pasivos Ambientales Peligrosos NO Contaminados con PCB Valorizables	N° de serie	N° de equipos	N° de Pallet	Pallet a Transportar por región	Valor Transporte total UF
SSEE: Ñiquén				35	72 UF
Transformador Trimono	20946	2	1		
	20955				
Transformador Múltiple	20888 20856	2			
	20921 20822				
	20789				
	20887 20855				
	20920 20821				
	20788				
Motor Asincrónico	---	2	2		
Armarios Metálicos de Control	---	2	1		
SSEE: Cocharcas					
Transformador Múltiple	20894 20862	2	1		
	20927 20828				
	20795				
	20893 20861				
	20926 20827				
	20794				
Transformador Trimono	20948	1			
Interruptor ADDA	50533	1	1		
Motor Asincrónico	---	5	5		
SSEE: Bulnes					
Transformador Servicios Auxiliares	209237	1	2		
Interruptor ADDA	50542	1	1		
Chatarra	---	200 Kg.	1		
SSEE: Monte Águila					
Chatarra	---	500 Kg.	1		
SSEE: Laja					
Transformador Servicios Auxiliares	51308	2	4		
	51309				
Transformador se Señales	51314	1	1		
Interruptor ADDA	51308	1	1		
Estanques Aire Comprimido	---	6	6		
Casetas Metálicas de Control	---	6	1		
Armario Metálico de Control	---	1	1		
Chatarra	---	300 Kg.			
SSEE: Renaico					
Estanque Aire Comprimido	---	5	5		

Tabla 68 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, Valorizables ubicados en la Octava Región. (El transporte considera desde las SSEE de la Octava Región hasta la Región Metropolitana). La cantidad de equipos que se pueden acomodar sobre un pallet se encuentra en el Anexo N°1. Costo de transporte, ver Tabla N° 65.



Finalmente se muestra a continuación la tabla N° 70, en donde se encuadra el beneficio de la valorización de estos pasivos versus el costo del transporte hacia las empresas de reciclaje.

	Valorización Equipos	Costo Transporte
Pasivos Ambientales Peligrosos No contaminados con PCB Valorizables	33, 7 UF	72 UF
Total Beneficio (Valor: Valorización equipos – Valor Transporte)	- 38, 7 UF	

Tabla 69 Beneficio de la Valorización de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB ubicados en las SSEE de la Octava Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Luego el manejo de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables contempla la disposición final. Con respecto a este punto cabe señalar que los costos están asociado al peso de los equipos, por lo tanto en la tabla N° 71, se cuantifica el peso total de los equipos a disponer.

Pasivos Ambientales Peligrosos NO Contaminados con PCB NO Valorizables	Nº de Serie	Concentración PCB ppm	Peso Total Kg.
SSEE: Ñiquén			
10 Transformadores de Corriente	127256	< 10	1200
	127286	11,9	
	127287	10,9	
	283714	< 10	
	127129	12,4	
	288713	< 10	
	127152	< 10	
	283732	10,1	
	283730	10,7	
	283729	13,8	
2 Transformadores de Voltaje	217170	< 10	300
	283717	< 10	
SSEE: Cocharcas			
3 Transformadores de Corriente	127149	< 10	360
	127128	< 10	
	127147	34,1	
3 Transformadores de Voltaje	235749	< 10	450
	242232	20,6	
	127194	13,2	
Cerámicas Aisladoras	---	---	250
SSEE: Bulnes			
6 Transformador de Corriente	127150	< 10	720
	127155	25	
	127237	< 10	
	283733	14,8	
	283731	15,6	
	127198	< 10	
2 Transformadores de Voltaje	224521	< 10	300
	127150	< 10	
4 Aisladores	---	---	240



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Pasivos Ambientales Peligrosos NO Contaminados con PCB NO Valorizables	N° de Serie	Concentración PCB ppm	Peso Total Kg.
SSEE Laja			
20 Aisladores	---	---	1200
SSEE: Renaico			
14 Aisladores	---	---	840
Peso Total			5 860

Tabla 70 Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Octava Región. El peso unitario de los equipos se encuentra en el anexo N° 1.

Según la cotización entrega por la empresa HIDRONOR, efectuar la disposición final de equipos sin contaminación de PCB tiene un costo de 10 UF por Tonelada más IVA, con respecto a lo anterior en la tabla N° 72, se evalúa el costo total que conlleva la disposición de los pasivos ambientales no valorizables desde la SSEE Ñiquén a la SSEE Renaico.

	Peso Total Toneladas	Costo por Disposición Final UF
Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados Con PCB No Valorizables	5, 86	58, 6

Tabla 71 Costo asociados a la Disposición Final de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Octava Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619

A continuación en la tabla N° 73, se encuadraran los costos de transporte que conlleva la disposición de los pasivos ambientales peligrosos no contaminados con PCB, no valorizables. Luego en la tabla N° 74, se indica el costo por disposición incluyendo el transporte, que supone el manejo de los pasivos ambientales, No contaminados con PCB, No valorizables.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Pasivos Ambientales Peligrosos NO Contaminados con PCB NO Valorizables	N° de Serie	N° de Pallet	Costo Transporte UF
SSEE: Ñiquén			36 UF
10 Transformadores de Corriente	127256	4	
	127286		
	127287		
	283714		
	127129		
	288713		
	127152		
	283732		
	283730		
	283729		
2 Transformadores de Voltaje	217170		
	283717		
SSEE: Cocharcas			
3 Transformadores de Corriente	127149	3	
	127128		
	127147		
3 Transformadores de Voltaje	235749		
	242232		
	127194		
250Kg. Cerámicas Aisladoras	---		
SSEE: Bulnes			
6 Transformador de Corriente	127150	4	
	127155		
	127237		
	283733		
	283731		
	127198		
2 Transformadores de Voltaje	224521		
	127150		
8 Aisladores	---		
SSEE: Laja			
20 Aisladores	---	2	
SSEE: Renaico			
14 Aisladores	---	1	

Tabla 72 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, No Valorizables ubicados en la Octava Región. (El transporte considera desde las SSEE de la Octava Región hasta la Región Metropolitana). La cantidad de equipos que pueden ser acomodados sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.

	Peso Total Toneladas	Costo Total por Disposición Final UF (Valor Transporte + Valor Disposición)
Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados Con PCB No Valorizables	5, 86	94, 6

Tabla 73 Costo asociados a la Disposición Final más el Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Octava Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Finalmente el costo asociado a la etapa N° 4 en la fase N° 3 se muestra en la siguiente tabla N° 75.



Pasos	Costo Asociados UF
1. Beneficio Valorización equipos	- 38, 7
2. Costos disposición final	94, 6
Costo Total Etapa N° 4 (Valor Disposición Final – Valor Valorización Equipos)	133, 3

Tabla 74 Costo Total Etapa N° 4 “Manejo Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB” en las SSEE de la Octava Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Etapa 5: Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE comprendidas en la Octava Región.

El manejo de este tipo de equipos, dada su alta concentración en PCB, debe ser realizado en países autorizados para su incineración, en Chile la única empresa autorizada para hacer tal manejo, exportación de residuos contaminados con PCB, para su destrucción, es HIDRONOR y a través de la cotización N° 14167 (Anexo N° 4), es posible apreciar que el costo por la eliminación total de equipos contaminados con PCB, es 4 euros por Kg.

A continuación en la tabla N° 76, se encuadra los costos asociados a este manejo de equipos entre las SSEE Lo Espejo a San Fernando.

SSEE	N° Total de Condensadores	Peso Unitario del condensador Kg.	Costo por eliminación euros/kg.	Costo Total por la eliminación de los Condensadores euros
Ñiquén	90	50	4	18 000
Cocharcas				
Bulnes				
Monte Águila				
Laja				
Renaico				

Tabla 75 Costo asociado a la Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Octava Región. Valor Euro Fecha: 15/04/2011: \$682, 43. Valor UF Fecha: 14/0/2011: 21 619. Peso Unitario en Anexo N°1.

El costo por la eliminación de los condensadores dentro de las SSEE comprendidas en la Octava Región, tiene un valor de 568, 2 UF

Costo asociado al transporte de los condensadores, se observa en la tabla N° 77.

SSEE	N° de Condensadores por SSEE	N° Pallet necesarios	Costo Asociado al Transporte.
Ñiquén	18	8	33 UF
Cocharcas	18		
Bulnes	18		
Monte Águila	12		
Laja	12		
Renaico	12		

Tabla 76 Costo asociado al Transporte de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Octava Región. La cantidad de equipos que pueden ser acomodados sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.

Por lo tanto el costo total de la etapa N° 5 en la fase N° 3, tiene un valor de: 601, 2 UF



Costo Fase 3: Regularización Octava Región.

Resumen de costos para la Fase 3, vale decir, para cada una de las etapas en valor estándar de unidades de fomento UF, se indica en la tabla N° 78.

Fase	Etapas	Metas Por Etapa	Costos Asociados UF
3	1	Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos sin análisis en las SSEE comprendidas en la Octava Región.	328 UF
	2	Habilitación del sitio de acopio temporal regional N° 3.	278 UF
	3	Transporte y Acopio de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB al sitio de Acopio Temporal.	69 UF
	4	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Octava Región.	133, 3 UF
	5	Disposición Final de los condensadores ubicados en las SSEE comprendidas en la Octava Región.	601, 2 UF
Costo Total Fase N° 3			1409, 5 UF

Tabla 77 Costo Total Fase N° 3 “Regularización Octava Región”, Estructura 1, Plan de Manejo Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Fase N° 4: Regularización de la Novena Región.

La presente fase indica de forma análoga las etapas y metas de la fase N° 1, 2 y 3, que corresponde a la regulación de la sexta, séptima y octava región respectivamente, para la regulación de la novena región. A continuación en la tabla N° 79, se indican las etapas y metas que comprende la presente fase.

Fase	Etapas	Metas Por Etapa
4	1	Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos sin análisis en las SSEE comprendidas en la Novena Región.
	2	Habilitación del sitio de acopio temporal regional N° 4
	3	Transporte y Acopio de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB al sitio de Acopio Temporal.
	4	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Novena Región.
	5	Disposición Final de los condensadores ubicados en las SSEE comprendidas en la Novena Región.

Tabla 78 Fase 4, Estructura 1, Plan de Manejo Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.

Etapas 1: Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Sin Análisis en las SSEE comprendidas en la Novena Región.

Los costos para el cumplimiento de esta etapa son modelados a partir de la cotización recibida por la empresa HIDRONOR N° 94, ubicada en el Anexo N° 4.

Los costos unitarios asociados a muestreo y análisis según las normas que exige EFE son los descritos en la tabla N° 20, a continuación en la tabla N° 80, se modelan los costos de muestreo y análisis para los pasivos ambientales ubicados en la séptima región.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Pasivos Ambientales Peligrosos Sin Análisis	Unidades Totales	Costo Muestreo UF	Costo Análisis UF
Transformador de Corriente	2	2,6	8
Transformadores de Voltaje	2	2,6	8
Transformadores de señales (mochila)	5	6,5	20
Interruptor ADDA	1	1,3	4
Tambores 200 L	8	10,4	32
Baldes 20 L	2	2,6	8
Total Costos UF	---	26	80

Tabla 79 Costos de Muestreo y Análisis para los Pasivos Ambientales ubicados en la Novena Región, Estructura 1, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619

Por lo tanto, los costos totales que incluyen muestreo, análisis y viajes (10 UF) para la regulación de la Novena Región son: 116 UF.

Etapas 2: Habilitación del Sitio de Acopio Temporal N° 4.

La habilitación considera:

- El Diseño del Sitio de Acopio Temporal.
- La Instalación de acuerdo al DS 148/ 03.
- El Acopio y Transporte de los pasivos ambientales peligrosos según lo señala el DS 148/ 04.
- La Autorización Sanitaria otorgada por el SEREMI de Salud competente en cada región.

Para diseñar el sitio de acopio temporal se consideran todos los puntos señalados en la metodología los cuales están resumidos en dos pasos, la selección del Sitio de Acopio Temporal y luego el Dimensionamiento y Costos de la bodega de pasivos ambientales contaminados con PCB.

a. Selección de la SSEE.

La SSEE optima técnicamente para construcción de la bodega de pasivos ambientales peligrosos es aquella en donde las gráficas de: litros de aceite contaminado con PCB versus ubicación y litros de aceite sin análisis de PCB versus ubicación, tengan sus máximos. Sin embargo, en las SSEE ubicadas en la Novena Región, no existen registros de análisis, por lo tanto la decisión se basará solo en la figura N° 20, que indica los litros de aceite sin análisis potencialmente contaminado versus SSEE.

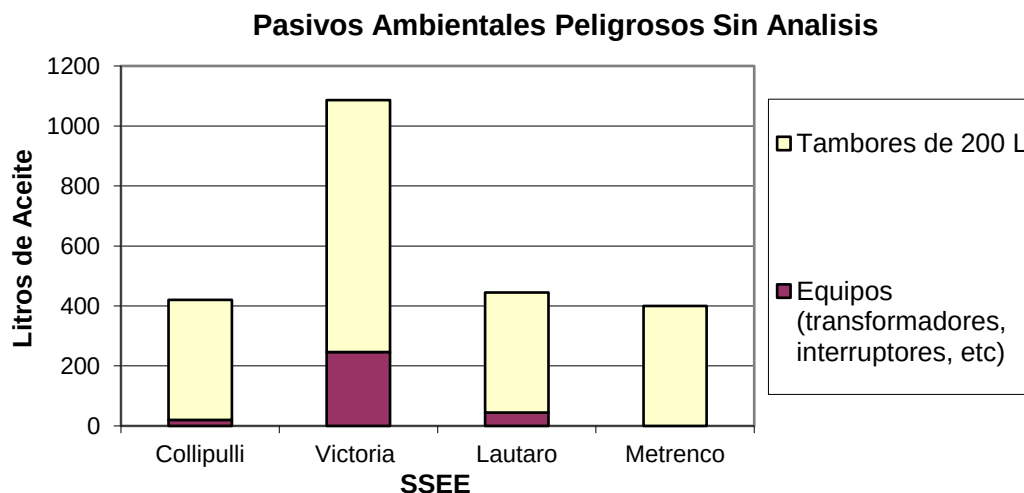


Figura 20: Pasivos Ambientales Sin Análisis, Litros de aceite sin análisis versus SSEE comprendidas en la Novena Región

De acuerdo a la gráfica la SSEE óptima, por razones de menor traslado de material potencialmente contaminado con PCB, es la SSEE Victoria.

Luego se evalúan los siguientes parámetros legales y técnicos: accesos para salida y entrada de camiones, terreno para la instalación de la bodega y ubicación según el plano regulador comunal.

En la tabla N° 81 se resumen los aspectos significativos para ubicar la bodega de pasivos ambientales contaminados con PCB.

SSEE	Mayor Cantidad de Litros Contaminados con PCB o Potencialmente Contaminados con PCB	Según Plano Regulador Comunal, es posible la instalación de un bodega de residuos peligrosos	Los accesos viales permiten la entrada y salida de camiones.	El terreno y el espacio permiten la instalación de una bodega de residuos peligrosos.
Collipulli		**	✓	✓
Victoria	✓	**	✓	✓
Lautaro		**	✓	✓
Metrengo		**	✓	✓

** Aun no está aprobado el Plan Regulador correspondiente a las comunas donde están situadas las SSEE.

Tabla 80 Aspectos Significativos para la Selección del Sitio de Acopio Temporal en la Novena Región.

De acuerdo al análisis anterior la ubicación de la bodega de pasivos ambientales contaminados con PCB, será la SSEE Victoria , por poseer la mayoría de litros potencialmente contaminados con PCB, contar con los accesos viales y superficie necesaria, sin embargo, cabe destacar que es determinante el conocimiento del plan regulador para dar ubicación real.

- b. Dimensionamiento y Costos de la bodega de pasivos ambientales peligrosos contaminados con PCB.



Para dimensionar la bodega son necesarios los siguientes datos:

- Cantidad y dimensiones de los pasivos desinados para el sitio de acopio temporal.
- Características de los sitios de acopio de residuos peligrosos señalados en el DS 148.

A continuación en la tabla N° 82, se realiza un resumen de Pasivos Ambientales Peligrosos para el Sitio de Acopio Temporal N° 4 y luego la tabla N° 83 indica las máximas Dimensiones que tendría el Sitio de Acopio Temporal N° 4, cálculo realizado en la tabla N° 84.

Equipo	N° Total
Transformador de Corriente	2
Transformador de Voltaje	2
Transformador de Señales (mochila)	5
Interruptor ADDA	1
Tambores de 200 L	8
Baldes 20 L	2

Tabla 81 Total de Pasivos Ambientales para Almacenar en el Sitio de Acopio Temporal N° 4, ubicado en la Novena Región.

Finalmente las dimensiones del Sitio de Acopio Temporal N° 4 son:

Dimensiones del Sitio de Acopio Temporal N°4	Metros
Ancho	7,5
Largo	7,5
Alto	2

Tabla 82 Dimensiones del Sitio de Acopio Temporal N° 4, ubicado en la Novena Región.

Dimensiones Unitarias [metros]	T. de Corriente	T. de Voltaje	T. Señales (mochila)	I. ADDA	Tambores 200 L	Baldes 20 L
Alto	1,5	1,5	0,6	3	1,1	0,4
Ancho	0,6	0,8	0,4	0,6	0,5	0,3
Largo	0,6	0,8	0,7	1,5	0,5	0,3
Dimensiones Totales [metros]	T. de Corriente	T. de Voltaje	T. Señales (mochila)	I. ADDA	Tambores 200 L	Baldes 20 L
Ancho	1,2	1,6	2	0,6	4	0,6
Largo	1,2	1,6	2	1,5	4	0,6
Considerando los pasillos [m]	T. de Corriente	T. de Voltaje	T. Señales (mochila)	I. ADDA	Tambores 200 L	Baldes 20 L
Ancho	7,2	1,6	2	0,6	4	0,6
Largo	3,2	2,6	3	2,5	5	1,6
Área por sección [m ²]	23,4	4,16	6	1,5	20	0,96
Área total Sitio de Acopio Temporal N° 4 [m ²]	56,02					

Tabla 83 Hoja de Cálculos para el Área del Sitio de Acopio Temporal N° 4, ubicado en la Novena Región.



Costos del Sitio de Acopio Temporal N° 4.

De acuerdo con la Resolución Exenta N° 8413/ 2010 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, se observa las Tablas de costos por metro cuadrado de construcción, en específico la Tabla II Otras Construcciones, que de acuerdo a las características técnicas y fines de la misma corresponde a la categoría AA subíndice c, lo que corresponde a que el metro cuadrado para el sitio de acopio temporal tiene un valor estimado en \$ 15. 000 (En pesos moneda nacional, base enero 2010); como se indica en Anexo N° 3.

Por lo tanto, el costo que incluye tanto materiales como mano de obra del Sitio de Acopio Temporal N° 4 que correspondiente a la regularización de la Novena Región, ubicado específicamente en la SSEE Victoria, se indica en la siguiente tabla N° 85.

Área Sitio de Acopio Temporal N° 4	Costo Total Pesos Chilenos	Costo Total UF.
56, 25 [m ²]	843.750	39

Tabla 84 Costos para la Construcción del Sitio de Acopio Temporal N° 4, ubicado en la Novena Región.
Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Etapas 3: Transporte y Acopio de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB al Sitio de Acopio Temporal N° 4.

La información acerca de costos asociados al transporte de residuos peligrosos, fue obtenida a través de una cotización enviada por la empresa HIDRONOR, entre las regiones metropolitana y Novena, de acuerdo a esto en la tabla N° 86 se observa el valor unitario por viaje hasta el sitio de acopio temporal ubicado en la SSEE Victoria, Novena Región.

Carga Max.	Valor por viaje desde la Novena Región.
10 Pallet	43 UF
20 Pallet	46 UF

Tabla 85 Costos asociados al Transporte de Residuos Peligrosos desde las SSEE ubicadas en las Novena Región.
Anexo N° 4, Cotización N° 14199, Empresa HIDRONOR. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

A continuación en la tabla N° 87, se enumeran las cargas a transportar desde las diferentes SSEE contempladas en la Novena Región, hasta el Sitio de Acopio Temporal ubicado en la SSEE Victoria.



Pasivos Ambientales Peligrosos Sin Análisis	N° de equipos	N° de Pallet	Total de pallet a transportar en la Novena región	Valor Total del Transporte UF
SSEE: Collipulli			7	43
Transformador de Voltaje	1	1		
Tambor de 200 L	2			
SSEE: Victoria				
Transformador de Voltaje	2	1		
Transformador de Señales (mochila)	4	1		
Interruptor ADDA	1	1		
Tambor 200 L	2	1		
Balde 20 L	2			
SSEE: Lautaro				
Transformador de Corriente	1	1		
Transformador de Señales (mochila)	1			
Tambor 200 L	2			
SSEE: Metrenco				
Tambor 200 L	2	1		

Tabla 86 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales Contaminados y Sin Análisis al Sitio de Acopio Temporal N° 4. La cantidad de equipos que se acomodan sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.

Por lo tanto el valor por el transporte, de los pasivos ambientales peligrosos contaminados con PCB y los equipos sin análisis al sitio de acopio temporal N° 4 es 43 UF.

Etap 4: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Novena Región.

El manejo para este tipo de pasivos se divide entre los Pasivos Ambientales No contaminados con PCB Valorizables y los No Valorizables. A continuación se evalúa el manejo para el primer tipo de Pasivo Ambiental No Contaminado con PCB.

El manejo para este tipo de pasivos indica entregarlos a empresas dedicadas a la valorización de este tipo de artículos, esencialmente el trabajo de estas es: deshuesar los equipos y formar tres conjuntos de los cual el primero corresponde a la chatarra, la cual es reutilizada en la fundición para obtener fierro, el segundo es el aceite dieléctrico el cual es entregado, sin costo, a empresas como HIDRONOR Y BRAVO ENERGY, las cuales utilizan este residuos para la elaboración de combustibles alternativos y por ultimo están los aisladores, cartones y partes activas de los equipos los cuales deben ser dispuestos en sitios autorizados para su disposición final.

Expuesto los puntos anteriores los equipos que son recibidos por están empresas de reciclaje son: Armarios Metálicos, transformadores Trimono, Múltiples y de Servicios Auxiliares, recibiendo EFE un valor de \$500 por KVA o bien \$50 por Kg. Luego los transformadores de corriente y voltaje y los aisladores, deben ser dispuestos en sitios autorizados, servicio que ofrece la empresa HIDRONOR y a través de una cotización (Anexo N° 4), es posible hacer la modelación de los costos asociados a este tipo de pasivos.

A continuación se muestra la tabla N° 88 en la cual se indican los equipos a valorizar dentro de las SSEE Collipulli a Metrenco.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Pasivos Ambientales Peligrosos NO Contaminados Valorizables	N° de Serie	Concentración PCB ppm	KVA por Equipo	Kg. por Equipo	Valorización Por Equipo
SSEE: Collipulli					
1 Estanque de Aire Comprimido	---	---	---	130	6500
SSEE: Victoria					
Chatarra	---	---	---	200	10000

Tabla 87 Valorización de Pasivos Ambientales ubicados en la Novena Región.
Especificaciones Técnicas de los Equipos Eléctricos en Anexo N°1.

Por lo tanto la valorización total de los equipos ubicados en la novena región es de: \$ 16500, correspondiente a 0,8 UF.

Luego el costo por el transporte asociado a estos equipos es como se muestra en la tabla N° 114.

A continuación en la tabla N° 89, se enumeran las cargas a transportar desde las diferentes SSEE contempladas en la Novena Región, hasta la Región Metropolitana.

Pasivos Ambientales Peligrosos NO Contaminados con PCB Valorizables	N° de serie	N° de equipos	N° de Pallet	Pallet a Transportar por región	Valor Transporte total
SSEE: Collipulli				2	43 UF
Estanque Aire Comprimido	---	1	1		
SSEE: Victoria					
200 kg. Chatarra	---	---	1		

Tabla 88 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, Valorizables ubicados en la Novena Región. (El transporte considera desde las SSEE de la Novena Región hasta la Región Metropolitana). La Cantidad de equipos que se acomodan sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1. Costo de transporte, ver Tabla N° 86.

Finalmente se muestra a continuación la tabla N° 90, en donde se encuadra el beneficio de la valorización de estos pasivos versus el costo del transporte hacia las empresas de reciclaje.

	Valorización Equipos	Costo Transporte
Pasivos Ambientales Peligrosos No contaminados con PCB Valorizables	0,8 UF	43 UF
Total Beneficio (Valor: Valorización equipos – Valor Transporte)	- 42, 2 UF	

Tabla 89 Beneficio de la Valorización de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB ubicados en las SSEE de la Novena Región Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Luego el manejo de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables contempla la disposición final. Con respecto a este punto cabe señalar que los costos están asociados al peso de los equipos, por lo tanto en la tabla N° 91, se cuantifica el peso total de los equipos a disponer.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Pasivos Ambientales Peligrosos NO Contaminados con PCB NO Valorizables	N° de Serie	Concentración PCB ppm	Peso Total Kg.
SSEE: Collipulli			
20 Aisladores	---	---	1200
SSEE: Victoria			
3 Aisladores	---	---	180
Peso Total			1 380

Tabla 90 Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Octava Región. Especificaciones Técnicas de los Equipos Eléctricos en Anexo N°1.

Según la cotización entrega por la empresa HIDRONOR, efectuar la disposición final de equipos sin contaminación de PCB tiene un costo de 10 UF por Tonelada, con respecto a lo anterior en la tabla N° 92, se evalúa el costo total que conlleva la disposición de los pasivos ambientales no valorizables desde la SSEE Collipulli a la SSEE Metrenco.

	Peso Total Toneladas	Costo por Disposición Final UF
Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados Con PCB No Valorizables	1, 4	14

Tabla 91 Costo asociados a la Disposición Final de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Novena Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

A continuación, en la tabla N° 93, se encuadraran los costos de transporte que conlleva la disposición de los pasivos ambientales peligrosos no contaminados con PCB, no valorizables.

Pasivos Ambientales Peligrosos NO Contaminados con PCB NO Valorizables	N° de Serie	N° de Pallet	Costo transporte
SSEE: Colipulli			43
Aisladores	---	1	
SSEE: Victoria			
Aisladores	---	0	

Tabla 92 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, No Valorizables ubicados en la Novena Región. (El transporte considera desde las SSEE de la Novena Región hasta la Región Metropolitana. La Cantidad de equipos que se acomodan sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1. Costo de transporte, ver Tabla N° 86

	Peso Total Toneladas	Costo Total por Disposición Final UF (Valor Transporte + Valor Disposición)
Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados Con PCB No Valorizables	1,4	57

Tabla 93 Costo asociados a la Disposición Final más el Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Novena Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Finalmente en la tabla N° 95, se ubica el costo asociado a la etapa N° 4 en la fase N° 4.

Pasos	Costo Asociados UF
1. Beneficio Valorización equipos	- 42,2
2. Costos disposición final	57
Costo Total Etapa N° 4 (Valor Disposición Final – Valor Valorización Equipos)	99,2

Tabla 94 Costo Total Etapa N° 4 “Manejo Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB” en las SSEE de la Novena Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.



Etapas 5: Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE comprendidas en la Novena Región.

El manejo de este tipo de equipos, dada su alta concentración en PCB, debe ser realizado en países autorizados para su incineración, en Chile la única empresa autorizada para hacer tal manejo, exportación de residuos contaminados con PCB, para su destrucción, es HIDRONOR y a través de la cotización N° 14167 (Anexo N° 4), es posible apreciar que el costo por la eliminación total de equipos contaminados con PCB, es 4 euros por Kg.

A continuación en la tabla N° 96, se encuadra los costos asociados a este manejo de equipos entre las SSEE Collipulli a Metrengo.

SSEE	N° Total de Condensadores	Peso Unitario del condensador Kg.	Costo por eliminación euros/kg.	Costo Total por la eliminación de los Condensadores euros
Collipulli	48	50	4	9600
Victoria				
Lautaro				
Metrengo				

Tabla 95 Costo asociado a la Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Novena Región.

Valor Euro Fecha: 15/04/2011: \$682, 43. Valor UF Fecha: 14/0/2011: 21 619. Peso Unitario en Anexo N°1.

El costo por la eliminación de los condensadores dentro de las SSEE comprendidas en la Novena Región, tiene un valor de 303 UF.

Costo asociado al transporte de los condensadores, se observa en la tabla N° 97.

SSEE	N° de Condensadores por SSEE	N° Pallet necesarios	Costo Asociado al Transporte.
Collipulli	12	4	43 UF
Victoria	12		
Lautaro	12		
Metrengo	12		

Tabla 96 Costo asociado al Transporte de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Novena Región. La Cantidad de equipos que se acomodan sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1. Costo de transporte (Tabla N° 86.

Por lo tanto el costo total de la etapa N° 5 en la fase N° 4, tiene un valor de: 346 UF



Costo Fase 4: Regularización Novena Región.

Resumen de costos para la Fase 4, vale decir, para cada una de las etapas en valor estándar de unidades de fomento UF, se indica en la tabla N° 98.

Fase	Etapas	Metas Por Etapa	Costos Asociados UF
4	1	Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos sin análisis en las SSEE comprendidas en la Novena Región.	116 UF
	2	Habilitación del sitio de acopio temporal regional N° 4.	39 UF
	3	Transporte y Acopio de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB al sitio de Acopio Temporal.	43 UF
	4	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE	99,2 UF
	5	Disposición Final de los condensadores ubicados en las SSEE	346 UF
Costo Total Fase N° 4			643, 2 UF

Tabla 97 Costo Total Fase N° 4 “Regularización Novena Región”, Estructura 1, Plan de Manejo Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Fase 5: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en los Sitio de Acopio Temporal Regional y Mantenición de los Equipos Operativos Potencialmente Contaminados con PCB.

A continuación en la tabla N° 99, se indican las etapas y metas que comprende la presente fase.

Fase	Etapas	Metas Por Etapa
5	1	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en el Sitio de Acopio Temporal N° 1 y Mantenición (descontaminación) de los Equipos Operativos Potencialmente Contaminados con PCB ubicados en la Sexta Región.
	2	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en el Sitio de Acopio Temporal N° 2 y Mantenición (descontaminación) de los Equipos Operativos Potencialmente Contaminados con PCB ubicados en la Séptima Región.
	3	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en el Sitio de Acopio Temporal N° 3 y Mantenición (descontaminación) de los Equipos Operativos Potencialmente Contaminados con PCB ubicados en la Octava Región.
	4	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en el Sitio de Acopio Temporal Regional N° 4 y Mantenición (descontaminación) de los Equipos Operativos Potencialmente Contaminados con PCB ubicados en la Novena Región.

Tabla 98 Fase 5, Estructura 1, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.



Etapas 1: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en el Sitio de Acopio Temporal N° 1 y Mantenición (descontaminación) de los Equipos Operativos Potencialmente Contaminados con PCB ubicados en la Sexta Región.

La metodología para el manejo de los pasivos ambientales contaminados con PCB, es la siguiente:

1. Descontaminación por medio de la tecnología CDP Process, patentada por SEA Marconi Group ubicada en Argentina. En el Anexo N° 5, está ubicada la oferta técnica y económica enviada por la empresa.
2. Luego el manejo de los equipos es el mismo que para los pasivos ambientales peligrosos no contaminados con PCB, mencionada en detalle en el presente estudio en la página.

A continuación se muestra un cuadro resumen (tabla N° 100) con los equipos a descontaminar, cuyo valor de descontaminación a través de la tecnología antes señalada es 3, 37 U\$S/ Kg. (fecha: 17/ 03/ 2011 valor U\$S= 484, 01 Pesos Chilenos. Valor UF: 21 558, 80). Cotización enviada por SEA MARCONI GROUP. Anexo N° 5.

Pasivos Ambientales Contaminados con PCB, Sin Análisis y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB	N° Total de Equipos por tipo	Peso Total de los Equipos por tipo kg.	Costo de Total de descontaminación por tipo de equipo. 0, 08 UF/ Kg.
Transformador de Poder	1	26000	2080
Transformador Servicios Auxiliares	4	15640	1251,2
Transformador de Corriente	34	4080	326,4
Transformador de Voltaje	4	600	48
Transformador de señales (mochila)	69	6900	552
Interruptor ADDA	1	720	57,6
Tambor 200 L	46	11040	883,2
Baldes 20 L	3	72	5,76
Total descontaminación	93	58152	5204, 2

Tabla 99 Costo Asociado a la Descontaminación y Mantenimiento Simultaneo de los Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, ubicados en la Sexta Región. Las tablas, con el detalle de los Pasivos Ambientales Contaminados con PCB y Sin Análisis ubicados en las SSEE de la Sexta Región y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, ubicados en las SSEE de la Sexta Región, se encuentran en el Anexo N° 1.

Una vez finalizada la descontaminación y un seguimiento con toma de muestra de aceite desde los equipos operativos o en calidad de repuesto, intervenidos estos son reclasificados como equipo libre de PCB.

En consiguiente con el manejo de los pasivos ambientales peligrosos contaminados Con PCB, una vez que estos son descontaminados se procede al plan de manejo de pasivos ambientales peligrosos no contaminados con PCB, el cual nos indica que: se deben valorizar aquellos en los cuales es posible y luego evaluar el costo de la disposición final de aquellos en los cuales es imposible valorizar.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Por lo tanto la reclasificación de los pasivos ambientales peligrosos contaminados con PCB, es claramente, pasivos ambientales peligrosos libres de PCB, en donde tenemos que dividir entre valorizables y no valorizables.

A continuación se muestra una tabla N° 101, con los pasivos ambientales peligrosos libres de PCB valorizados.

Pasivos Ambientales Libres de PCB	N° Serie	KVA por Equipo	Kg. por Equipo	Valorización por Equipo.
SSEE: Lo Espejo				
1 Transformador de Servicios Auxiliares	209230	200	---	100 000
SSEE: Guindos				
2 Transformados de Servicios Auxiliares	209232	200	---	100 000
	209223	200	---	100 000
24 Tambores de 200 L	---	---	---	---
SSEE: Hospital				
13 Tambores de 200 L	---	---	---	---

Pasivos Ambientales Libres de PCB	N° Serie	KVA por Equipo	Kg. por Equipo	Valorización por Equipo.
SSEE: Graneros				
9 Tambores de 200 L	---	---	---	---
3 Baldes de 20 L	---	---	---	---

Tabla 100 Valorización de los Pasivos Ambientales Reclasificados como Libres de PCB, ubicados en la Sexta Región. Nota: Los tambores con aceite dieléctrico libre de PCB, no presenta ni beneficio ni costo en su disposición final, ya que, empresas como HIDRONOR lo aceptan de manera gratuita para la elaboración de combustibles. Con respecto a los equipos, las empresas dedicadas a su reciclaje compran a \$ 500/ KVA y/o \$ 50/ kg.

Las características de los equipos se encuentran en el Anexo N°1.

Finalmente el beneficio por valorizar los pasivos ambientales libres de PCB, se cuantifica en \$ 300 000, lo que corresponde a 13, 9 UF.

El costo unitario del Transporte de estos Pasivos Ambientales Valorizables se observa en la tabla N° 102 y luego en la tabla N° 103, se indica el cálculo asociado al transporte de los pasivos ambientales libres de PCB, valorizables ubicados en las SSEE de la Sexta Región.

Carga Max.	Valor por viaje dentro de la Región Metropolitana	Valor por viaje desde la Sexta Región.
10 Pallet	6 UF	13 UF
20 Pallet	8 UF	16 UF

Tabla 101 Costos asociados al Transporte de Residuos Peligrosos desde las SSEE ubicadas en la Sexta Región. Anexo N° 4, Cotización N° 14199, Empresa HIDRONOR. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.



Pasivos Ambientales Peligrosos Libres de PCB Valorizables	N° de Serie	N° de Pallet	Costo transporte UF
SSEE: Lo Espejo			
1 Transformador de Servicios Auxiliares	209230	2	8
SSEE: Los Guindos			
2 Transformador de Servicios Auxiliares	209232	4	
	209223		
24 Tambores de 200 L	---	6	
SSEE: Hospital			13
13 Tambores de 200 L	---	4	
SSEE: Graneros			
9 Tambores de 200 L	---	3	
3 Baldes de 20 L	---		

Tabla 102 Costo asociado al Transporte de los Pasivos Ambientales Valorizables Reclasificados como Libres de PCB, en la Sexta Región. La cantidad de equipos que se acomodan sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.

Por lo tanto, el costo total por el transporte hacia la región metropolitana de los equipos valorizables ubicados en la misma y en la sexta región, tiene un valor de 21 UF. Entonces para determinar el costo total del manejo de los pasivos ambientales libres de PCB valorizables, es necesario restar el beneficio calculado anteriormente en 13, 9 UF al costo de transporte que suma 21 UF, lo que resulta en un costo final de 7, 1 UF.

A continuación se muestra la tabla N° 104, en la cual se observa el costo por la disposición final y transporte de los pasivos ambientales peligrosos libres de PCB, no valorizables.

Pasivos Ambientales Libres de PCB NO Valorizables	N° Serie	Peso Total por tipo de equipo Kg.
SSEE: Lo Espejo		
2 Transformador de Voltaje	129484	300
	129463	
SSEE: Guindos		
3 Transformadores de Corriente	127107	360
	127075	
	127098	
SSEE: Hospital		
8 Transformador de Corriente	Sin Placa	960
SSEE: Graneros		
6 Transformador de Corriente	127126	720
	127123	
	4 Sin Placa	
SSEE: Los Lirios		
7 Transformador de Corriente	127067	840
	6 Sin Placa	
SSEE: San Fernando		
10 Transformador de Corriente	127078	1200
	127076	
	127080	
	7 Sin Placa	
2 Transformador de Voltaje	2 Sin Placa	300

Tabla 103 Pasivos Ambientales Reclasificados como Libres de PCB, No Valorizables, ubicados en la Sexta Región. El peso unitario de los equipos se encuentra en el Anexo N° 1.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Según la cotización entrega por la empresa HIDRONOR, efectuar la disposición final de equipos sin contaminación de PCB tiene un costo de 10 UF por Tonelada más IVA. Y conforme a la tabla anterior el peso total de equipos a disponer suma: 4, 68 [ton], lo que corresponde a un valor total por la disposición de: 46, 8 UF.

Con respecta al costo del transporte de los pasivos ambientales libres de PCB no valorizables, se cuantifica en la tabla N° 105.

Pasivos Ambientales Peligrosos Libres de PCB Valorizables	N° de Serie	N° de Pallet	Costo transporte UF
SSEE: Lo Espejo			
2 Transformadores de Voltaje	129484	1	6
	129463		
SSEE: Los Guindos			
3 Transformadores de Corriente	127107	1	
	127075		
	127098		
SSEE: Hospital			16
8 Transformadores de Corriente	Sin Placa	3	
SSEE: Graneros			
6 Transformadores de Corriente	127126	2	
	127123		
	4 Sin Placa		
SSEE: Los Lirios			
7 Transformadores de Corriente	127067	3	
	6 Sin Placa		
SSEE: San Fernando			
10 Transformadores de Corriente	127078	3	
	127076		
	127080		
	7 Sin Placa		
2 Transformadores de Voltaje	Sin Placa	1	

Tabla 104 Costo asociado al Transporte de los Pasivos Ambientales No Valorizables Reclasificados como Libres de PCB, ubicados en la Sexta Región. La Cantidad de equipos que se puede acomodar sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1. Costo de transporte, ver Tabla N° 102.

Por lo tanto, la disposición total de los pasivos ambientales libres de PCB no valorizables ubicados en la Región Metropolitana y Sexta, considerando el costo de transporte es: 68, 8 UF

Finalmente en la tabla N° 106, se identifica el costo de la etapa N° 1 de la fase 5.

Etapas	Costos Asociados UF
Descontaminación Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB y Equipos Operativos Potencialmente Contaminados con PCB	5204,2
Manejo Pasivos Ambientales Peligrosos Libres de PCB Valorizables	7,1
Manes Ambientales Pasivos Ambientales Peligrosos Libres de PCB No Valorizables	68,8
Total	5280,1

Tabla 105 Costo Etapa N° 1, Fase N° 5, Estructura 1, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB.



Etap 2: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en el Sitio de Acopio Temporal N° 2 y Mantenición (descontaminación) de los Equipos Operativos Potencialmente Contaminados con PCB ubicados en la Séptima Región.

La metodología para el manejo de los pasivos ambientales contaminados con PCB, es la siguiente:

1. Descontaminación por medio de la tecnología CDP Process patentada por SEA Marconi Latinoamericana ubicada en Argentina. En el anexo está ubicada la oferta técnica y económica enviada por la empresa.
2. Luego el manejo de los equipos es el mismo que para los pasivos ambientales peligrosos no contaminados con PCB, mencionada en detalle en el presente estudio en la página.

A continuación se muestra un cuadro resumen (tabla N° 107) con los equipos a descontaminar, cuyo valor de descontaminación a través de la tecnología antes señalada es 3, 37 U\$S/ Kg. (fecha: 17/ 03/ 2011 valor U\$S= 484, 01 Pesos Chilenos. Valor UF: 21 558, 80). Cotización enviada por SEA MARCONI GROUP. Anexo N° 5.

Pasivos Ambientales Contaminados con PCB, Sin Análisis y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB	N° Total de Equipos por tipo	Peso Total de los Equipos por tipo kg.	Costo de Total de descontaminación por tipo de equipo. 0, 08 UF/ Kg.
Transformador Servicios Auxiliares	3	11730	938,4
Transformador de Corriente	7	840	67,2
Transformador de Voltaje	6	900	72
Transformador Trimono	3	630	50,4
Transformador Múltiple	1	250	20
Transformador de Señales	5	10000	800
Transformador de señales (mochila)	72	7200	576
Interruptor ADDA	8	5760	460,8
Tambor 200 L	50	12000	960
Bin 1000 L	1	1200	96
Total descontaminación	87	43610	4040,8

Tabla 106 Costo Asociado a la Descontaminación y Mantenimiento Simultaneo de los Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, ubicados en la Séptima Región. Las tablas, con el detalle de los Pasivos Ambientales Contaminados con PCB y Sin Análisis ubicados en las SSEE de la Séptima Región y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, ubicados en las SSEE de la Séptima Región, se encuentran en el Anexo N 1.

Una vez finalizada la descontaminación y un seguimiento con toma de muestra de aceite desde los equipos operativos o en calidad de repuesto, intervenidos estos son reclasificados como equipo libre de PCB.

En consiguiente con el manejo de los pasivos ambientales peligrosos contaminados Con PCB, una vez que estos son descontaminados se procede al plan de manejo de pasivos ambientales peligrosos no contaminados con PCB, el cual nos indica que: se deben valorizar aquellos en los cuales es posible y luego evaluar el costo de la disposición final de aquellos en los cuales es imposible valorizar.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Por lo tanto la reclasificación de los pasivos ambientales peligrosos contaminados con PCB, es claramente, pasivos ambientales peligrosos libres de PCB, en donde tenemos que dividir entre valorizables y no valorizables.

A continuación se muestra la tabla N° 108, con los pasivos ambientales peligrosos libres de PCB valorizados.

Pasivos Ambientales Libres de PCB	N° Serie	KVA por Equipo	Kg. por Equipo	Valorización por Equipo.
SSEE: Curicó				
2 Transformador de Servicios Auxiliares	Sin Placa	200	---	200 000
1 Transformador Múltiple	20061 ó 20961	70	---	35 000
3 Interruptores ADDA	Sin Placa	---	300	45 000
1 Transformador de Señales	4406	50	---	25 000
50 Tambores de 200 L	---	---	---	---
1 Bin 1000 L	---	---	---	---
SSEE: Itahue				
1 Interruptor ADDA	50268	---	300	15 000
4 Transformadores de Señales	Sin Placa	50	---	100 000
SSEE: Panguilemo				
4 Interruptores ADDA	50880	---	300	60 000
	50881			
	50075			
	Sin Placa			
2 Transformadores Trimono	Sin Placa	50	---	50 000
SSEE: Villa Alegre				
1 Transformador de Servicios Auxiliares	230678	200	---	100 000
1 Transformador Trimono	20959	50	---	25 000
1 Interruptor ADDA	48818	1500	---	15 000
SSEE: Longavi				
3 Interruptores ADDA	50877	---	300	45 000
	50879			
	50878			

Tabla 107 Valorización de los Pasivos Ambientales Reclasificados como Libres de PCB, ubicados en la Séptima Región. Nota: Los tambores con aceite dieléctrico libre de PCB, no presenta ni beneficio ni costo en su disposición final, ya que, empresas como HIDRONOR lo aceptan de manera gratuita para la elaboración de combustibles. Con respecto a los equipos, las empresas dedicadas a su reciclaje compran a \$ 500/ KVA y/o \$ 50/ kg. Las características de los equipos se encuentran en el en Anexo N°1.

Finalmente el beneficio por valorizar los pasivos ambientales libres de PCB, se cuantifica en \$ 685 000, lo que corresponde a 31, 7 UF. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

El costo unitario del Transporte de estos Pasivos Ambientales Valorizables se observa en la tabla N° 109 y luego en la tabla N° 110, se indica el cálculo asociado al transporte de los pasivos ambientales libres de PCB, valorizables ubicados en las SSEE de la Séptima Región.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Carga Max.	Valor por viaje desde la Séptima Región.
10 Pallet	23 UF
20 Pallet	26 UF

Tabla 108 Costos asociados al Transporte de Residuos Peligrosos desde las SSEE ubicadas en las Séptima Región. Anexo N° 4, Cotización N° 14199, Empresa HIDRONOR. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Pasivos Ambientales Peligrosos Libres de PCB Valorizables	N° de Serie	N° de Pallet	Costo transporte UF
SSEE: Curicó			52
2 Transformadores de Servicios Auxiliares	Sin Placa	4	
1 Transformador Múltiple	20061	1	
3 Interruptores ADDA	Sin Placa	1	
1 Transformador de Señales	4406	1	
50 Tambores de 200 L	---	12	
1 Bin 1000 L	---	1	
SSEE: Itahue			
1 Interruptor ADDA	50268	1	
4 Transformadores de Señales	Sin Placa	4	
SSEE: Panguilemo			
4 Interruptores ADDA	50880	4	
	50881		
	50075		
	Sin Placa		
2 Transformadores Trimono	Sin Placa	1	
SSEE: Villa Alegre			
1 Transformador de Servicios Auxiliares	230678	2	
1 Interruptor ADDA	48818	1	
1 Transformador Trimono	20959	1	
SSEE: Longavi			
3 Interruptores ADDA	50877	3	
	50879		
	50878		

Tabla 109 Costo asociado al Transporte de los Pasivos Ambientales Valorizables Reclasificados como Libres de PCB, ubicados en la Séptima Región. La cantidad de equipos que se acomodan sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.

Por lo tanto, el costo total por el transporte hacia la región metropolitana de los equipos valorizables ubicados en la misma y en la sexta región, tiene un valor de 21 UF. Entonces para determinar el costo total del manejo de los pasivos ambientales libres de PCB valorizables, es necesario restar el beneficio calculado anteriormente en 31, 7 UF al costo de transporte que corresponde a 52 UF, lo que resulta en un costo final de 20, 3 UF.

A continuación se muestra la tabla N° 111, en la cual se observa el costo por la disposición final y transporte de los pasivos ambientales peligrosos libres de PCB no valorizables.



Pasivos Ambientales Libres de PCB NO Valorizables	N° Serie	Peso Total por tipo de equipo Kg.
SSEE: Curicó		
2 Transformadores de Corriente	129484	240
	129463	
3 Transformadores de Voltaje	127090	450
	127206	
	127192	
	127075	
	127098	
SSEE: Panguilemo		
5 Transformadores de Corriente	127089	600
	127077	
	127136	
	2 Sin Placa	
3 Transformadores de Voltaje	127177	450
	242233	
	217169	
	6 Sin Placa	

Tabla 110 Pasivos Ambientales Reclasificados como Libres de PCB, No Valorizables, ubicados en las SSEE de la Séptima Región. El peso unitario de los equipos se encuentra en el Anexo N° 1.

Según la cotización entrega por la empresa HIDRONOR, efectuar la disposición final de equipos sin contaminación de PCB tiene un costo de 10 UF por Tonelada.

Y conforme a la tabla anterior el peso total de equipos a disponer suma: 1,74 [ton], lo que corresponde a un valor total por la disposición de: 17,4 UF.

Con respecta al costo del transporte de los pasivos ambientales libres de PCB no valorizables, se cuantifica en la tabla N° 112.

Pasivos Ambientales Peligrosos Libres de PCB, No Valorizables	N° de Serie	N° de Pallet	Costo transporte UF
SSEE: Curicó			23
2 Transformadores de Corriente	127072	2	
	127282		
3 Transformadores de Voltaje	127090		
	127206		
	127192		
SSEE: Panguilemo			
5 Transformadores de Corriente	127089	3	
	127077		
	127136		
	2 Sin Placa		
3 Transformadores de Voltaje	127177		
	242233		
	217169		

Tabla 111 Costo asociado al Transporte de los Pasivos Ambientales No Valorizables Reclasificados como Libres de PCB, ubicados en la Séptima Región. La Cantidad de equipos que se puede acomodar sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1. Costo de transporte, ver Tabla N° 109. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Por lo tanto, la disposición total de los pasivos ambientales libres de PCB no valorizables ubicados en la región metropolitana y sexta, considerando el costo de transporte es: 40, 4 UF

Finalmente en la tabla N° 113, se identifica el costo de la etapa N° 2 de la fase 5.

Etapas 2	Costos Asociados UF
Descontaminación Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB y Equipos Operativos Potencialmente Contaminados con PCB	4040,8
Manejo Pasivos Ambientales Peligrosos Libres de PCB Valorizables	20,3
Manes Ambientales Pasivos Ambientales Peligrosos Libres de PCB No Valorizables	40,4
Total	4101,5

Tabla 112 Costo Etapa N° 2, Fase N° 5, Estructura 1, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB.

Etapas 3: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en el Sitio de Acopio Temporal N° 3 y Mantención (descontaminación) de los Equipos Operativos Potencialmente Contaminados con PCB ubicados en la Octava Región.

La metodología para el manejo de los pasivos ambientales contaminados con PCB, es la siguiente:

1. Descontaminación por medio de la tecnología CDP Process patentada por SEA Marconi Latinoamericana ubicada en Argentina. En el anexo está ubicada la oferta técnica y económica enviada por la empresa.
2. Luego el manejo de los equipos es el mismo que para los pasivos ambientales peligrosos no contaminados con PCB, mencionada en detalle en el presente estudio en la página.

A continuación se muestra un cuadro resumen (tabla N° 114) con los equipos a descontaminar, cuyo valor de descontaminación a través de la tecnología antes señalada es 3, 37 U\$S/ Kg. (fecha: 17/ 03/ 2011 valor U\$S= 484, 01 Pesos Chilenos. Valor UF: 21 558, 80). Cotización enviada por SEA MARCONI GROUP. Anexo N° 5.



Pasivos Ambientales Contaminados con PCB, Sin Análisis y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB	N° Total de Equipos por tipo	Peso Total de los Equipos por tipo kg.	Costo de Total de descontaminación por tipo de equipo. 0, 08 UF/ Kg.
Transformador de Poder *	6	139 500	11 160
Transformador Servicios Auxiliares	2	7 820	625, 6
Transformador Servicios Auxiliares *	4	14 000	1 120
Transformador de Corriente	50	6 000	480
Transformador de Voltaje	14	2 100	168
Transformador Trimono	1	210	16, 8
Transformador Múltiple	2	500	40
Transformador de Señales	4	8 000	640
Transformador de señales (mochila)	91	9 100	728
Transformador de Empalme	4	600	48
Transformador **	1	1 590	127, 2
Interruptor ADDA	8	5 760	460, 8
Tambor 200 L	16	3 840	307, 2
Total descontaminación	134	192 120	15 921, 6

Tabla 113 Costo Asociado a la Descontaminación y Mantenimiento Simultáneo de los Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, ubicados en la Octava Región. Las tablas, con el detalle de los Pasivos Ambientales Contaminados con PCB y Sin Análisis ubicados en las SSEE de la Octava Región y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, ubicados en las SSEE de la Octava Región, se encuentran en el Anexo N° 1.

Una vez finalizada la descontaminación y un seguimiento con toma de muestra de aceite desde los equipos operativos o en calidad de repuesto, intervenidos estos son reclasificados como equipo libre de PCB.

En consiguiente con el manejo de los pasivos ambientales peligrosos contaminados Con PCB, una vez que estos son descontaminados se procede al plan de manejo de pasivos ambientales peligrosos no contaminados con PCB, el cual nos indica que: se deben valorizar aquellos en los cuales es posible y luego evaluar el costo de la disposición final de aquellos en los cuales es imposible valorizar.

Por lo tanto la reclasificación de los pasivos ambientales peligrosos contaminados con PCB, es claramente, pasivos ambientales peligrosos libres de PCB, en donde tenemos que dividir entre valorizables y no valorizables.

A continuación se muestra una tabla N° 115, con los pasivos ambientales peligrosos libres de PCB valorizados.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Pasivos Ambientales Libres de PCB	N° Serie	KVA por Equipo	Kg. por Equipo	Valorización por Equipo.
SSEE: Ñiquén				
1 Transformador de Servicios Auxiliares	235007	200	---	100 000
2 Interruptores ADDA	50883	---	300	30 000
	50884			
4 Tambores de 200 L	---	---	---	---
SSEE: Cocharcas				
1 Transformador de Servicios Auxiliares	209114	200	---	100 000
2 Interruptor ADDA	50885	---	300	30 000
	54074			
1 Transformadores Trimono	20960	50	---	25 000
9 Tambores 200 L	---	---	---	---
SSEE: Bulnes				
2 Transformadores Múltiples	20886 20853 20919 20820 20787	70	---	70 000
	20885 20852 20918 20819 20786			
3 Tambores 200 L	---	---	---	---
SSEE: Monte Águila				
4 Transformadores de Empalme	6931	45	---	90 000
	3 Sin Placa			
SSEE: Laja				
1 Transformador **	4544	200	---	100 000
1 Transformador de Señales	Sin Placa	50	---	25 000
3 Interruptores ADDA	Sin Placa	---	300	45 000
SSEE: Renaico				
3 Transformador de Señales	51311	50		75 000
	51313			
	51315			
1 Interruptor ADDA	48821	---	300	15 000

Tabla 114 Valorización de los Pasivos Ambientales Reclasificados como Libres de PCB, ubicados en la Octava Región. Nota: Los tambores con aceite dieléctrico libre de PCB, no presenta ni beneficio ni costo en su disposición final, ya que, empresas como HIDRONOR lo aceptan de manera gratuita para la elaboración de combustibles. Con respecto a los equipos, las empresas dedicadas a su reciclaje compran a \$ 500/ KVA y/o \$ 50/ kg. Las características de los equipos se encuentran en el Anexo N°1.

Finalmente el beneficio por valorizar los pasivos ambientales libres de PCB, se cuantifica en \$ 705 000, lo que corresponde a 32, 6 UF.

El costo unitario del Transporte de estos Pasivos Ambientales Valorizables se observa en la tabla N° 116 y luego en la tabla N° 117, se indica el cálculo asociado al transporte de los pasivos ambientales libres de PCB, valorizables ubicados en las SSEE de la Octava Región.

Carga Max.	Valor por viaje desde la Octava Región.
10 Pallet	33 UF
20 Pallet	36 UF

Tabla 115 Costos asociados al Transporte de Residuos Peligrosos desde las SSEE ubicadas en las Octava Región. Anexo N° 4, Cotización N° 14199, Empresa HIDRONOR. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Pasivos Ambientales Peligrosos Libres de PCB Valorizables	N° de Serie	N° de Pallet	Costo transporte UF
SSEE: Ñiquén			36
1 Transformadores de Servicios Auxiliares	235007	2	
3 Interruptores ADDA	50883	1	
	50884		
4 Tambores de 200 L	---	1	
SSEE: Cocharcas			
1 Transformadores de Servicios Auxiliares	209114	2	
1 Transformador Trimono	20960	0	
2 Interruptor ADDA	50268	1	
9 Tambores de 200 L	---	3	
SSEE: Bulnes			
2 Transformadores Múltiples	20886	1	
	20853		
	20919		
	20820		
	20787		
	20885		
	20852		
	20918		
	20819		
	20786		
3 Tambores de 200 L	---	1	
SSEE: Monte Águila			
4 Transformadores de Empalme	6931	1	
	3 Sin Placa		
SSEE: Laja			
1 Transformador **	4544	1	
1 Transformador de Señales	Sin Placa	1	
3 Interruptores ADDA	Sin Placa	3	
SSEE: Renaico			
3 Transformador de Señales	51311	1	
	51313		
	51315		
1 Interruptor ADDA	48821	1	

Tabla 116 Costo asociado al Transporte de los Pasivos Ambientales Valorizables Reclasificados como Libres de PCB, ubicados en la Octava Región. La Cantidad de equipos que se acomodan sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.

Por lo tanto, el costo total por el transporte hacia la región metropolitana de los equipos valorizables ubicados en la misma y en la octava región, tiene un valor de 36 UF. Entonces para determinar el costo total del manejo de los pasivos ambientales libres de PCB valorizables, es necesario restar el beneficio calculado anteriormente en 32, 6 UF al costo de transporte que corresponde a 36 UF, lo que resulta en un costo final de 3,4 UF.

A continuación se muestra la tabla N° 118, en la cual se observa el costo por la disposición final y transporte de los pasivos ambientales peligrosos libres de PCB no valorizables.



Pasivos Ambientales Libres de PCB NO Valorizables	N° Serie	Peso Total por tipo de equipo Kg.
SSEE: Ñiquén		
1 Transformadores de Voltaje	127185	150
SSEE: Cocharcas		
9 Transformadores de Corriente	127093	1080
	127091	
	127060	
	127151	
	127224	
	127233	
	127262	
	127274	
	127278	
SSEE: Bulnes		
1 Transformador de Corriente	127217	120
SSEE: Laja		
9 Transformadores de Corriente	235703	1080
	235724	
	235728	
	235727	
	5 Sin Placa	

Tabla 117 Pasivos Ambientales Reclasificados como Libres de PCB, No Valorizables, ubicados en las SSEE de la Octava Región. El peso unitario d los equipos se encuentra en el Anexo N° 1.

Según la cotización entrega por la empresa HIDRONOR, efectuar la disposición final de equipos sin contaminación de PCB tiene un costo de 10 UF por Tonelada más IVA. Y conforme a la tabla anterior el peso total de equipos a disponer suma: 2,43 [ton], lo que corresponde a un valor total por la disposición de: 24,3 UF.

Con respecta al costo del transporte de los pasivos ambientales libres de PCB no valorizables, se cuantifica en la tabla N° 119.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Pasivos Ambientales Peligrosos Libres de PCB Valorizables	N° de Serie	N° de Pallet	Costo transporte UF
SSEE: Ñiquén			33
1 Transformador de Voltaje	127185	1	
SSEE: Cocharcas			
9 Transformadores de Corriente	127093	3	
	127091		
	127090		
	127251		
	127224		
	127233		
	127262		
	127274		
127278			
SSEE: Bulnes			
1 Transformadores de Corriente	127217	1	
SSEE: Laja			
9 Transformadores de Corriente	235703	3	
	235724		
	235728		
	235727		
	5 Sin Placa		

Tabla 118 Costo asociado al Transporte de los Pasivos Ambientales No Valorizables Reclasificados como Libres de PCB, ubicados en la Octava Región. La Cantidad de equipos que se puede acomodar sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1. Costo de transporte, ver Tabla N° 116.

Por lo tanto, la disposición total de los pasivos ambientales libres de PCB no valorizables ubicados en la región metropolitana y sexta, considerando el costo de transporte es: 57,3 UF

Finalmente en la tabla N° 120, se identifica el costo de la etapa N° 3 de la fase 5.

Etapas	Costos Asociados UF
Descontaminación Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB y Equipos Operativos Potencialmente Contaminados con PCB	15921,6
Manejo Pasivos Ambientales Peligrosos Libres de PCB Valorizables	3,4
Manes Ambientales Pasivos Ambientales Peligrosos Libres de PCB No Valorizables	57,3
Total	15 982,3

Tabla 119 Costo Etapa N° 3, Fase N° 5, Estructura 1, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB.



Etap 4: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en el Sitio de Acopio Temporal N° 4 y Mantención (descontaminación) de los Equipos Operativos Potencialmente Contaminados con PCB ubicados en la Novena Región.

La metodología para el manejo de los pasivos ambientales contaminados con PCB, es la siguiente:

1. Descontaminación por medio de la tecnología CDP Process patentada por SEA Marconi Latinoamericana ubicada en Argentina. En el anexo está ubicada la oferta técnica y económica enviada por la empresa.
2. Luego el manejo de los equipos es el mismo que para los pasivos ambientales peligrosos no contaminados con PCB, mencionada en detalle en el presente estudio en la página.

A continuación se muestra un cuadro resumen (tabla N° 121), con los equipos a descontaminar, cuyo valor de descontaminación a través de la tecnología antes señalada es 3, 37 U\$\$/ Kg. (fecha: 17/ 03/ 2011 valor U\$S= 484, 01 Pesos Chilenos. Valor UF: 21 558, 80). Cotización enviada por SEA MARCONI GROUP. Anexo N° 5.

Pasivos Ambientales Contaminados con PCB, Sin Análisis y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB	N° Total de Equipos por tipo	Peso Total de los Equipos por tipo kg.	Costo de Total de descontaminación por tipo de equipo. 0, 08 UF/ Kg.
Transformador de Poder *	4	93000	7440
Transformador Servicios Auxiliares *	4	14000	1120
Transformador de Corriente	17	2040	163,2
Transformador de Voltaje	10	1500	120
Transformador de señales (mochila)	74	7400	592
Interruptor ADDA	1	720	57,6
Tambor 200 L	8	1920	153,6
Balde 20 L	2	48	3,84
Total descontaminación	134	120628	9650,24

Tabla 120 Costo Asociado a la Descontaminación y Mantenimiento Simultaneo de los Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, ubicados en la Novena Región. Las tablas, con el detalle de los Pasivos Ambientales Contaminados con PCB y Sin Análisis ubicados en las SSEE de la Novena Región y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, ubicados en las SSEE de la Novena Región, se encuentran en el Anexo N 1.

Una vez finalizada la descontaminación y un seguimiento con toma de muestra de aceite desde los equipos operativos o en calidad de repuesto, intervenidos estos son reclasificados como equipo libre de PCB.

En consiguiente con el manejo de los pasivos ambientales peligrosos contaminados Con PCB, una vez que estos son descontaminados se procede al plan de manejo de pasivos ambientales peligrosos no contaminados con PCB, el cual nos indica que: se deben valorizar aquellos en los cuales es posible y luego evaluar el costo de la disposición final de aquellos en los cuales es imposible valorizar.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Por lo tanto la reclasificación de los pasivos ambientales peligrosos contaminados con PCB, es claramente, pasivos ambientales peligrosos libres de PCB, en donde tenemos que dividir entre valorizables y no valorizables.

A continuación se muestra la tabla N° 122, con los pasivos ambientales peligrosos libres de PCB valorizados.

Pasivos Ambientales Libres de PCB	N° Serie	KVA por Equipo	Kg. por Equipo	Valorización por Equipo.
SSEE: Collipulli				
2 Tambores de 200 L	---	---	---	---
SSEE: Victoria				
1 Interruptor ADDA	50885	---	300	15 000
2 Tambores 200 L	---	---	---	---
2 Baldes 20 L	---	---	---	---
SSEE: Lautaro				
2 Tambores 200 L	---	---	---	---
SSEE: Metrengo				
2 Tambores 200 L	---	---	---	---

Tabla 121 Valorización de los Pasivos Ambientales Reclasificados como Libres de PCB, ubicados en la Novena Región. Nota: Los tambores con aceite dieléctrico libre de PCB, no presenta ni beneficio ni costo en su disposición final, ya que, empresas como HIDRONOR lo aceptan de manera gratuita para la elaboración de combustibles. Con respecto a los equipos, las empresas dedicadas a su reciclaje compran a \$ 500/ KVA y/o \$ 50/ kg. Especificaciones Técnicas de los Equipos Eléctricos en Anexo N°1.

Finalmente el beneficio por valorizar los pasivos ambientales libres de PCB, se cuantifica en \$ 15 000, lo que corresponde a 0,7 UF.

El costo unitario del Transporte de estos Pasivos Ambientales Valorizables se observa en la tabla N° 123 y luego en la tabla N° 124, se indica el cálculo asociado al transporte de los pasivos ambientales libres de PCB, valorizables ubicados en las SSEE de la Novena Región.

Carga Max.	Valor por viaje desde la Novena Región.
10 Pallet	43 UF
20 Pallet	46 UF

Tabla 122 Costos asociados al Transporte de Residuos Peligrosos desde las SSEE ubicadas en la Novena Región. Anexo N° 4, Cotización N° 14199, Empresa HIDRONOR. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Pasivos Ambientales Peligrosos Libres de PCB Valorizables	N° de Serie	N° de Pallet	Costo transporte UF
SSEE: Collipulli			43
2 Tambores de 200 L	---	1	
SSEE: Victoria			
1 Interruptor ADDA	50268	1	
2 Tambores de 200 L	---	0	
SSEE: Lautaro			
2 Tambores de 200 L	---	1	
SSEE: Metrengo			
2 Tambores de 200 L	---	0	

Tabla 123 Costo asociado al Transporte de los Pasivos Ambientales Valorizables Reclasificados como Libres de PCB, ubicados en la Novena Región. La Cantidad de equipos que se puede acomodar sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Por lo tanto, el costo total por el transporte hacia la región metropolitana de los equipos valorizables ubicados en la misma y en la novena región, tiene un valor de 43 UF. Entonces para determinar el costo total del manejo de los pasivos ambientales libres de PCB valorizables, es necesario restar el beneficio calculado anteriormente en 0,7 UF al costo de transporte que suma 43 UF, lo que resulta en un costo final de 42, 3 UF.

A continuación se muestra la tabla N° 125, en la cual se observa el costo por la disposición final y transporte de los pasivos ambientales peligrosos libres de PCB no valorizables.

Pasivos Ambientales Libres de PCB NO Valorizables	N° Serie	Peso Total por tipo de equipo Kg.
SSEE: Collipulli		
1 Transformadores de Corriente	127252	120
SSEE: Victoria		
2 Transformadores de Voltaje	Sin Placa	300
SSEE: Lautaro		
1 Transformador de Corriente	205326	120

Tabla 124 Pasivos Ambientales Reclasificados como Libres de PCB, No Valorizables, ubicados en la Novena Región. El peso unitario de los equipos se encuentra en el Anexo N° 1.

Según la cotización entrega por la empresa HIDRONOR, efectuar la disposición final de equipos sin contaminación de PCB tiene un costo de 10 UF por Tonelada más IVA. Y conforme a la tabla anterior el peso total de equipos a disponer suma: 0,54 [ton], lo que corresponde a un valor total por la disposición de: 5,4 UF.

Con respecta al costo del transporte de los pasivos ambientales libres de PCB no valorizables, se cuantifica en la siguiente tabla, usando la información de las tablas N° 175 y N° 178.

Pasivos Ambientales Peligrosos Libres de PCB Valorizables	N° de Serie	N° de Pallet	Costo transporte UF
SSEE: Collipulli			43
1 Transformador de Corriente	127252	1	
SSEE: Victoria			
2 Transformadores de Voltaje	Sin Placa	0	
SSEE: Lautaro			
1 Transformadores de Corriente	205326	1	

Tabla 125 Costo asociado al Transporte de los Pasivos Ambientales No Valorizables Reclasificados como Libres de PCB, ubicados en la Novena Región. La Cantidad de equipos que se puede acomodar sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1. Costo de transporte, ver Tabla N° 123. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Por lo tanto, la disposición total de los pasivos ambientales libres de PCB no valorizables ubicados en la novena región, considerando el costo de transporte es: 48, 4 UF



Finalmente en la tabla N° 127, se identifica el costo de la etapa N° 4 de la fase 5.

Etapas 4	Costos Asociados UF
Descontaminación Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB y Equipos Operativos Potencialmente Contaminados con PCB	9650,2
Manejo Pasivos Ambientales Peligrosos Libres de PCB Valorizables	42,3
Manejo Pasivos Ambientales Peligrosos Libres de PCB No Valorizables	48,4
Total	9749, 9

Tabla 126 Costo Etapa N° 4, Fase N° 5, Estructura 1, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB.

Costo Fase 5: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en los Sitio de Acopio Temporal Regional y Mantenición de los Equipos Operativos Potencialmente Contaminados con PCB.

Resumen de costos para la Fase 5, vale decir, para cada una de las etapas en valor estándar de unidades de fomento UF, se indica en la tabla N° 128.

Fase	Etapas	Metas Por Etapa	Costos Asociados UF
5	1	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en el Sitio de Acopio Temporal N° 1 y Mantenición de los Equipos Operativos Potencialmente Contaminados con PCB ubicados en la Sexta Región.	5 280, 1
	2	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en el Sitio de Acopio Temporal N° 2 y Mantenición (descontaminación) de los Equipos Operativos Potencialmente Contaminados con PCB ubicados en la Séptima Región.	4 101, 5
	3	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en el Sitio de Acopio Temporal N° 3 y Mantenición (descontaminación) de los Equipos Operativos Potencialmente Contaminados con PCB ubicados en la Octava Región.	15 982, 3
	4	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en el Sitio de Acopio Temporal N° 4 y Mantenición (descontaminación) de los Equipos Operativos Potencialmente Contaminados con PCB ubicados en la Novena Región.	9 749, 9
Costo Total Fase N° 5			35 113,8

Tabla 127 Costo Total Fase N° 5 “Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos ubicados en los Sitio de Acopio Temporal Regional y Mantenición de los Equipos Operativos Potencialmente Contaminados con PCB.”, Estructura 1, Plan de Manejo Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.



Resumen Estructura 1.

A continuación en la figura N° 21, se ilustra lo que corresponde al manejo de los Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, de acuerdo a la estructura N°1, abordando cada una de sus fases y etapas, cada fase corresponde a una región, desde la sexta a la novena. Luego en la tabla N° 129, se resumen los costos y plazos modelados para cada una de las fases y el correspondiente total de la estructura 1. Destacando que estos valores no son en su totalidad ciertos, ya que, hay una serie de puntos no contabilizados, como por ejemplo, las pequeñas faenas para el carguío de los camiones, costos de documentación para llevar el proyecto a cabo, etc. Sin embargo, el objetivo de esta evaluación económica que es establecer la estructura más costosa, queda resuelto al comparar este valor con el costo de la estructura 2.

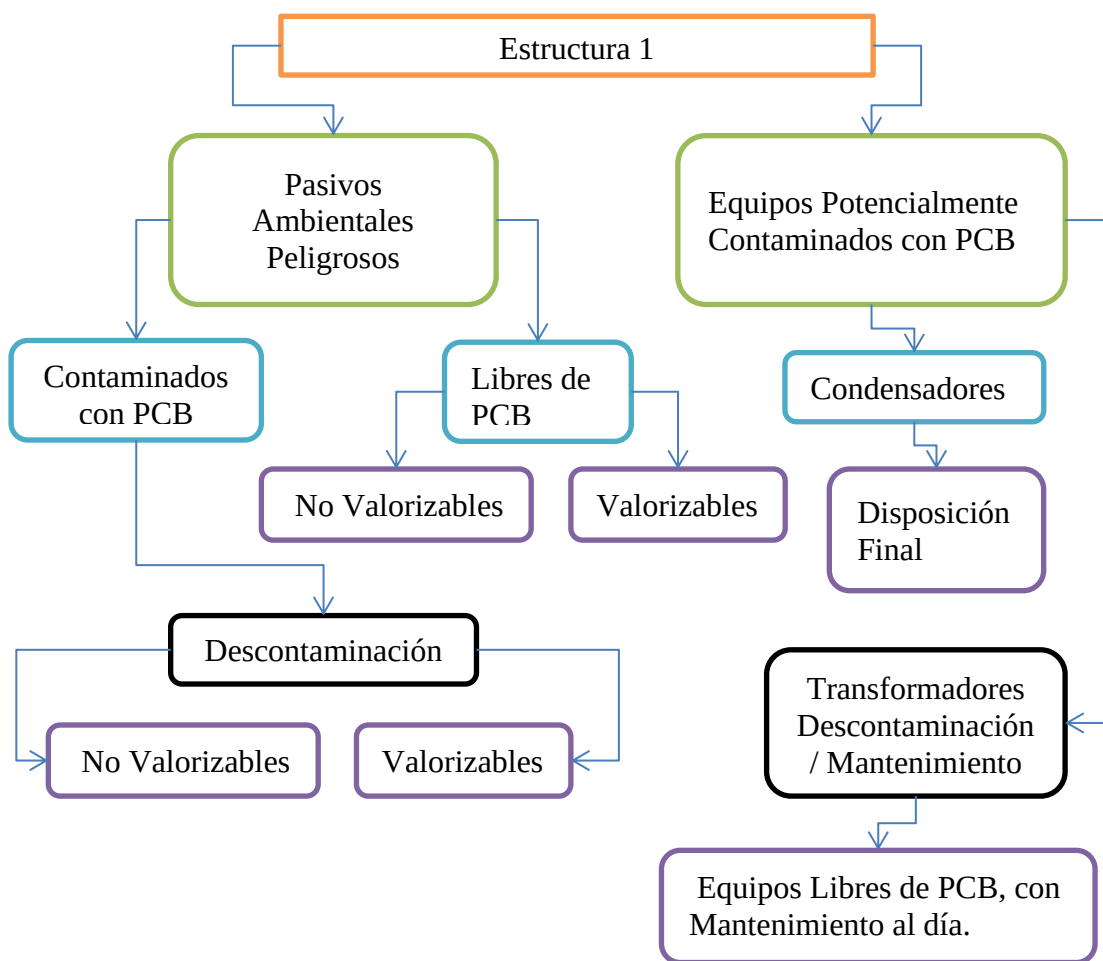


Figura 21: Resumen del Manejo Propuesto en la Estructura 1, para El Plan de Manejo de Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB para la Empresa de Ferrocarriles del Estado. EFE.



Estructura 1			
Fase	Nombre	Plazos [años]	Costo UF
1	Regularización Sexta Región	1,5	1559,4
2	Regularización Séptima Región	1,5	1448,6
3	Regularización Octava Región	1,5	1409,5
4	Regularización Novena Región	1,5	643,2
5	Descontaminación y Mantenimiento Simultaneo	3	35113,8
	Total	9	40 174,5

Tabla 128 Costos Asociados a cada una de las Fases de la Estructura 1, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB.

Segunda Estructura

Fase N° 1: Regularización de la Sexta Región.

A continuación en la tabla N° 130, se indican las etapas y metas que comprende la presente fase.

Etapas	Metas Por Etapa
1	Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Potencialmente contaminados Sin Análisis
2	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB.
3	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB.
4	Descontaminación y Mantenimiento Simultáneo de los Equipos Operativos Contaminados con PCB ubicados.
5	Disposición Final de los Condensadores

Tabla 129 Etapas, Fase 1, Estructura 2, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB

Etapas 1: Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Potencialmente Sin Análisis en las SSEE comprendidas en la Sexta Región.

Cabe destacar, que por tratarse de una modelación todos los pasivos ambientales peligrosos sin análisis, serán considerados contaminados con PCB.

Por lo tanto en la siguiente tabla N° 131, se indican los pasivos ambientales incluidos en el presente manejo y los costos asociados a su disposición final, datos obtenidos a través de la cotización N° 14167 enviada por HIDRONOR (Anexo N° 4).

Pasivos Ambientales Peligrosos Sin Análisis y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB	Unidades Totales	Costo Muestreo UF	Costo Análisis UF
Transformador de Poder	1	1,3	4
Transformador de Servicios Auxiliares	2	2,6	8
Transformador de Corriente	25	32,5	100
Transformador de voltaje	4	5,2	16
Interruptor ADDA	1	1,3	4
Tambores 200 L	46	59,8	184
Baldes 20 L	3	3,9	12
Total Costos UF	---	106,6	328

Tabla 130 Costos de muestreo y análisis para los Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, ubicados en la Sexta Región. Las tablas, con el detalle de los Pasivos Ambientales Sin Análisis ubicados en las SSEE de la Sexta Región y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, ubicados en las SSEE de la Sexta Región, se encuentran en el Anexo N° 1.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Por lo tanto, los costos totales que incluyen muestreo, análisis y viajes (10 UF) para la regulación de la sexta región son: 444,6 UF.

Etapa 2: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB en las SSEE ubicadas en la Sexta Región.

Cabe destacar, que por tratarse de una modelación todos los pasivos ambientales peligrosos sin análisis, serán considerados contaminados con PCB.

Por lo tanto en la siguiente tabla N° 132, se indican los pasivos ambientales incluidos en el presente manejo y los costos asociados a su disposición final, datos obtenidos a través de una cotización enviada por HIDRONOR (Anexo N° 4).

Pasivos Ambientales Sin Análisis y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB	N° Total	Peso Total por grupo kg.	Costo disposición final por grupo 4 euros/kg.
Transformador de Servicios Auxiliares	3	11730	46920
Transformador de Corriente	34	4080	16320
Transformador de Voltaje	4	600	2400
Transformador de Señales (mochila)	69	6900	27600
Tambores de 200 L	46	11040	44160
Baldes 20 L	3	72	288

Tabla 131 Costo asociado a la Disposición Final de los Pasivos Ambientales Sin Análisis y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB (transformadores de señales tipo mochila), ubicados en la Sexta Región. . El detalle de los Pasivos Ambientales Sin Análisis ubicados en la Sexta Región y el Peso Unitario de los Equipos se encuentra en el Anexo N° 1 Valor Euro Fecha: 15/04/2011: \$682, 43. Valor UF Fecha: 14/0/2011: 21 619.

De acuerdo a la tabla anterior el costo total por la disposición los pasivos ambientales peligrosos ubicados en la sexta región tienen un valor de \$ 137 808 euros, lo que corresponde a 4350,1 UF. Además se debe contabilizar el costo por transporte, lo que tiene un valor de 37 UF (ver tablas N° 133 y 134), por lo tanto el costo total por la disposición de los pasivos ambientales peligrosos contaminados con PCB es de 4387,1

Carga Max.	Valor por viaje dentro de la Región Metropolitana	Valor por viaje desde la Sexta Región.
10 Pallet	6 UF	13 UF
20 Pallet	8 UF	16 UF

Tabla 132 Costos asociados al Transporte de Residuos Peligrosos desde las SSEE ubicadas en la Sexta Región y la Región Metropolitana. Anexo N° 4, Cotización N° 14199, Empresa HIDRONOR. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.



Pasivos Ambientales Contaminados con PCB y Sin Análisis	N° de equipos	N° de Pallet	Pallet a Transportar por región	Valor Transporte total por región
SSEE: Lo Espejo (Stgo.)			18	8 UF
Transformador de Servicios Auxiliares	2	4		
Transformador de Voltaje	2	1		
SSEE: Los Guindos				
Transformadores de Servicios Auxiliares	2	4		
Transformadores de Corriente	7	3		
Tambores 200 L	24	6		
SSEE: Hospital (Stgo.)				
Transformador de Corriente	8	3		
Tambores de 200 L	13	4		
SSEE: Graneros (VI región)			29	29 UF
Transformador de Corriente	6	2		
Tambores de 200 L	9	3		
Baldes de 20 L	3	0		
SSEE: Los Lirios (VI región)				
Transformador de Corriente	7	3		
SSEE: San Fernando (VI región)				
Transformador de Corriente	10	4		
Transformador de Voltaje	2	0		
En La Vía				
Transformadores de Señales (mochila)	69	17		

Tabla 133 Cálculos del costo asociado al transporte de los Pasivos Ambientales Contaminados con PCB y Potencialmente Contaminados desde la Sexta Región a la Región Metropolitana. La cantidad de equipos que se pueden acomodar sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.

Etapa 3: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Sexta Región.

El manejo para este tipo de pasivos se divide entre los Pasivos Ambientales No contaminados con PCB Valorizables y los No Valorizables. A continuación se evalúa el manejo para el primer tipo de Pasivo Ambiental No Contaminado con PCB.

El manejo para este tipo de pasivos indica entregarlos a empresas dedicadas a la valorización de este tipo de artículos, esencialmente el trabajo de estas es: deshuesar los equipos y formar tres conjuntos de los cual el primero corresponde a la chatarra, la cual es reutilizada en la fundición para obtener fierro, el segundo es el aceite dieléctrico el cual es entregado, sin costo, a empresas como HIDRONOR Y BRAVO ENERGY, las cuales utilizan este residuos para la elaboración de combustibles alternativos y por ultimo están los aisladores, cartones y partes activas de los equipos los cuales deben ser dispuestos en sitios autorizados para su disposición final.

Expuesto los puntos anteriores los equipos que son recibidos por están empresas de reciclaje son: Armarios Metálicos, transformadores Trimono, Múltiples y de Servicios Auxiliares, recibiendo EFE un valor de \$500 por KVA o bien \$50 por Kilogramo. Luego los transformadores de corriente y voltaje y los aisladores, deben ser dispuestos en sitios autorizados, servicio que ofrece la empresa HIDRONOR y a través de una cotización (Anexo), es posible hacer la modelación de los costos asociados a este tipo de pasivos.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

A continuación se muestra la tabla N° 135, en la cual se indican los equipos a valorizar dentro de las SSEE Lo Espejo a San Fernando.

Equipos NO Contaminados	N° de Serie	Concentración PCB ppm	KVA por Equipo	Kg. por Equipo	Valorización Por Equipo
SSEE: Hospital					
1 Transformador Trimono	212752	1, 4	50	---	25 000
SSEE: Graneros					
1 Transformador de Servicios Auxiliares	210611	4,5	200	---	100 000
1 Transformador Trimono	212758	4,2	50	---	25 000
SSEE: Los Lirios					
1 Transformador de Servicios Auxiliares	209227	< 50	200	---	100 000
SSEE: San Fernando					
6 Armarios Metálicos de Control	---	---	----	150	45 000

Tabla 134 Valorización de Pasivos Ambientales ubicados en la Sexta Región. Las características de los equipos se encuentran en el Anexo N°1.

Por lo tanto la valorización total de los equipos ubicados entre las regiones metropolitanas y sexta es de: \$ 295 000, correspondiente a 13, 6 UF. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Luego el costo por el transporte asociado a estos equipos es como se muestra en la tabla N° 136.

Pasivos Ambientales Contaminados con PCB y Sin Análisis	N° de serie	N° de equipos	N° de Pallet	Pallet a Transportar por región	Valor Transporte total por región
SSEE: Hospital (Stgo.)				10	13 UF
Transformador Trimono	212752	1	0		
SSEE: Graneros (VI región)					
Transformador de Servicios Auxiliares	210611	1	2		
Transformador Trimono	212758	1	0		
SSEE: Los Lirios (VI región)					
Transformador de Servicios Auxiliares	209227	1	2		
SSEE: San Fernando (VI región)					
Armarios de Control	---	6	6		

Tabla 135 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, Valorizables desde las SSEE ubicadas en la Sexta Región hasta la Región Metropolitana. La cantidad de equipos que pueden ser acomodados sobre un pallet se encuentra en el anexo N° 1. Costo de transporte, ver Tabla N° 132.



Finalmente se muestra a continuación la tabla N° 137, en donde se encuadra el beneficio de la valorización de estos pasivos versus el costo del transporte hacia las empresas de reciclaje.

	Beneficios	Costo Transporte
Pasivos Ambientales Peligrosos No contaminados con PCB Valorizables	13, 6 UF	13 UF
Total Beneficio	0, 6 UF	

Tabla 136 Beneficio de la Valorización de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB ubicados en las SSEE de la Sexta Región *Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Luego el manejo de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables contempla la disposición final. Con respecto a este punto cabe señalar que los costos están asociados al peso de los equipos, por lo tanto en la tabla N° 138, se cuantifica el peso total de los equipos a disponer.

Equipos NO Contaminados con PCB	N° de Serie	Concentración PCB ppm	Peso Kg.
SSEE: Lo Espejo			
2 Transformadores de Corriente	128121	2,9	240
	128120	4	
2 Transformadores de Voltaje	129482	6,3	300
	129483	7, 7	
SSEE: Guindos			
3 Transformadores de Corriente	127109	3,6	450
	127108	5, 1	
	127110	4, 9	
SSEE: Graneros			
1 Transformador de Corriente	127115	8,8	120
8 Aisladores	---	----	480
SSEE: Los Lirios			
5 Transformadores de Corriente	127105	< 50	600
	127063	< 50	
	127119	< 50	
	127117	< 50	
	127118	< 50	
SSEE: Rengo			
4 Transformadores de Corriente	127072	< 50	480
	127073	< 50	
	127074	< 50	
	127122	< 50	
SSEE: San Fernando			
3 Transformadores de Corriente	127126	< 50	360
	127127	< 50	
	127125	< 50	
2 Transformadores de Voltaje	127155	< 50	300
	127162	< 50	
Peso Total			3 530

Tabla 137 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, No Valorizables desde las SSEE ubicadas en la Sexta Región hasta la Región Metropolitana. El Peso Unitario en el Anexo N°1.

Según la cotización entrega por la empresa HIDRONOR, efectuar la disposición final de equipos sin contaminación de PCB tiene un costo de 10 UF por Tonelada, con



respecto a lo anterior en la tabla N° 139, evalúa el costo total que conlleva la disposición de los pasivos ambientales no valorizables desde la SSEE Lo Espejo a la SSEE San Fernando.

	Peso Total Toneladas	Costo por Disposición Final UF
Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados Con PCB No Valorizables	3, 53	35, 3

Tabla 138 Costo asociados a la Disposición Final, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Sexta Región.

A continuación en la tabla N° 140, se encuadraran los costos de transporte que conlleva la disposición de los pasivos ambientales peligrosos no contaminados con PCB, no valorizables. Posteriormente en la tabla N° 141, se visualiza el costo por la disposición final de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No valorizables ubicados en la Sexta Región incluido el transporte desde las SSEE a la Planta HIDRONOR.

Pasivos Ambientales Peligrosos NO Contaminados con PCB	N° de Serie	N° de Pallet	Costo transporte
SSEE: Lo Espejo (Stgo.)			13 UF
2 Transformadores de Corriente	128121	2	
	128120		
2 Transformadores de Voltaje	129482		
	129483		
SSEE: Guindos			
3 Transformadores de Corriente	127109	1	
	127108		
	127110		
SSEE: Graneros (VI región)			
1 Transformador de Corriente	127115	1	
8 Aisladores	---		
SSEE: Los Lirios			
5 Transformadores de Corriente	127105	2	
	127063		
	127119		
	127117		
	127118		
SSEE: Rengo			
4 Transformadores de Corriente	127072	1	
	127073		
	127074		
	127122		
SSEE: San Fernando			
3 Transformadores de Corriente	127126	2	
	127127		
	127125		
2 Transformadores de Voltaje	127155		
	127162		

Tabla 139 Costo asociados al Transporte de los Pasivos Ambientales, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Sexta Región. La cantidad de equipos que pueden ser acomodados sobre un pallet se encuentra en el anexo N°1. Costo de transporte, ver Tabla N° 132.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

	Peso Total Toneladas	Costo por Disposición Final + Transporte. UF
Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados Con PCB No Valorizables	3, 53	48, 3

Tabla 140 Costo asociados a la Disposición Final más el Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Sexta Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Finalmente el costo asociado a la etapa N° 3 en la fase N° 1 se muestra en la siguiente tabla N° 142.

Pasos	Costo Asociados UF
Beneficio Valorización equipos	0, 6
Costos disposición final	48, 3
Costo Total Etapa N° 3	47, 7

Tabla 141 Costo Total Etapa N° 3 “Manejo Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB” en las SSEE de la Sexta Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Etapa 4: Descontaminación y Mantenimiento Simultáneo de los Equipos Contaminados con PCB ubicados en las SSEE de la Sexta Región.

Los costos asociados a la descontaminación de estos equipos con tecnología de deoloración se ubican en el Anexo N° 6, a continuación en la tabla N° 143, se establece el cálculo asociado al costo de descontaminación y mantenimiento simultaneo de estos equipos.

Equipos Potencialmente Contaminados con PCB	Litros de aceite por equipo	Costo de descontaminación por equipo US \$21,93/ Litro
1 Transformador de Poder	12200	267546
1 Transformador de Servicios Auxiliares	800	17544
1 Interruptor ADDA	86	1885,98
Total	13086	286 975,98

Tabla 142 Costo Asociado a la Descontaminación de los Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, ubicados en la Sexta Región. El detalle de los Equipos Potencialmente Contaminados con PCB ubicados en la Sexta Región, se encuentra en el Anexo N° 1. Cotización N° 34265 Anexo 6. Valor Dólar \$ 465, 13 Fecha: 02/06/2011. Valor UF 21 811,94

Por lo tanto, el costo por la descontaminación y mantenimiento simultáneo de los equipos potencialmente contaminados con PCB ubicados en la Sexta Región es: 6 119, 6 UF

Etapa 5: Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE comprendidas en la Sexta Región.

El manejo de este tipo de equipos, dada su alta concentración en PCB, debe ser realizado en países autorizados para su incineración, en Chile la única empresa autorizada para hacer tal manejo, exportación de residuos contaminados con PCB, para su destrucción, es HIDRONOR y a través de la cotización N° 14167 (Anexo N° 4), es posible apreciar que el costo por la eliminación total de equipos contaminados con PCB, es 4 euros por Kg.

A continuación en la tabla N° 144, se encuadra los costos asociados a este manejo de equipos entre las SSEE Lo Espejo a San Fernando.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

SSEE	N° Total de Condensadores	Peso Unitario del condensador Kg.	Costo por eliminación euros/kg.	Costo Total por la eliminación de los Condensadores euros
Lo Espejo	126	50	4	25200
Los Guindos				
Hospital				
Graneros				
Los Lirios				
Rengo				
San Fernando				

Tabla 143 Costo asociado a la Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Sexta Región.
Valor Euro Fecha: 15/04/2011: \$682, 43. Valor UF Fecha: 14/0/2011: 21 619. Peso Unitario en Anexo N°1.

El costo por la eliminación de los condensadores dentro de las primeras siete SSEE, tiene un valor de 795, 5 UF

Costo asociado al transporte de los condensadores, se observa en la tabla N° 145.

SSEE	N° de Condensadores por SSEE	N° Pallet necesarios	Costo Asociado al Transporte.
Lo Espejo (Stgo.)	18	10	13 UF
Los Guindos	18		
Hospital	18		
Graneros (VI región)	18		
Los Lirios	18		
Rengo	18		
San Fernando	18		

Tabla 144 Cálculo del costo asociado al Transporte de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Sexta Región.
La cantidad de equipos que pueden ser acomodados sobre un pallet se encuentra en el anexo N° 1.

Por lo tanto el costo total de la etapa N° 5 en la fase N° 1, tiene un valor de: 808, 5 UF.

Costo Fase 1: Regularización Sexta Región

Resumen de costos para la Fase 1, vale decir, para cada una de las etapas en valor estándar de unidades de fomento UF, se indica en la tabla N° 146.

Fase	Etapas	Metas Por Etapa	Costos Asociados UF
1	1	Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Operativos sin análisis en las SSEE comprendidas en la Sexta Región.	444,6
	2	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB en la SSEE.	4387,1
	3	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE.	47,7
	4	Descontaminación y Mantenimiento simultaneo de los Equipos Contaminados con PCB	6119,6
	5	Disposición Final de los condensadores ubicados en las SSEE	808,5
Costo Total Fase N° 1			11 807,5

Tabla 145 Costo Total Fase N° 1 "Regularización Sexta Región", Estructura 2, Plan de Manejo Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.



Fase N° 2: Regularización de la Séptima Región.

La presente fase indica de forma análoga las etapas y metas de la fase N° 1, que corresponde a la regulación de la sexta región, para la regulación de la séptima región. A continuación en la tabla N° se 147, indican las etapas y metas que comprende la presente fase.

Fase	Etapas	Metas Por Etapa
2	1	Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Operativos sin análisis en las SSEE comprendidas en la Séptima Región.
	2	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Séptima Región.
	3	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Séptima Región.
	4	Descontaminación y Mantenimiento Simultaneo de los equipos contaminados con PCB ubicados en la Séptima Región.
	5	Disposición Final de los condensadores ubicados en las SSEE comprendidas en la Séptima Región.

Tabla 146 Etapas, Fase 2, Estructura 2, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB

Etapas 1: Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Potencialmente Sin Análisis en las SSEE comprendidas en la Séptima Región.

Los costos asociados a muestreo y análisis según las normas que exige EFE son los indicados en la tabla N° 148, modelados a partir de la cotización recibida por la empresa HIDRONOR N° 94, ubicada en el Anexo N° 4.

Pasivos Ambientales Peligrosos Sin Análisis	Unidades Totales	Costo Muestreo UF	Costo Análisis UF
Transformador de Servicios Auxiliares	2	2,6	8
Transformador de Corriente	2	2,6	8
Transformador de Voltaje	2	2,6	8
Transformadores de Señales	5	6,5	20
Transformadores de Señales (mochila)	72	93,6	288
Transformadores Trimono	3	3,9	12
Interruptor ADDA	5	6,5	20
Tambores 200 L	50	65	200
Bin 1000 L	1	1,3	4
Total Costos UF	---	184,6	568

Tabla 147 Costos de muestreo y análisis para los Pasivos Ambientales, ubicados en la Séptima Región. Las tablas, con el detalle de los Pasivos Ambientales Sin Análisis ubicados en las SSEE de la Séptima, se encuentran en el Anexo N° 1.

Por lo tanto, los costos totales que incluyen muestreo, análisis y viajes (10 UF) para la regulación de la séptima región son: 762,3 UF.

Etapas 2: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB en las SSEE ubicadas en la Séptima Región.

Cabe destacar, que por tratarse de una modelación todos los pasivos ambientales peligrosos sin análisis, serán considerados contaminados con PCB.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Por lo tanto en la tabla N° 149, se indican los pasivos ambientales incluidos en el presente manejo y los costos asociados a su disposición final, datos obtenidos a través de la cotización N° 14167 enviada por HIDRONOR (Anexo N° 4).

Pasivos Ambientales Sin Análisis y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB	N° Total	Peso Total por grupo kg.	Costo disposición final por grupo 4 euros/kg.
Transformador de Servicios Auxiliares	3	11730	46920
Transformador de Corriente	7	840	3360
Transformador de Voltaje	6	900	3600
Transformador Trimono	3	630	2520
Transformador Múltiple	1	250	1000
Transformador de Señales	5	10000	40000
Transformador de Señales (mochila)	72	7200	28800
Interruptor ADDA	12	8640	34560
Tambores de 200 L	50	12000	48000
Bin 1000 L	1	1200	4800

Tabla 148 Costo asociado a la Disposición Final de los Pasivos Ambientales Sin Análisis y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB (transformadores de señales tipo mochila), ubicados en la Séptima Región. . El detalle de los Pasivos Ambientales Sin Análisis ubicados en la Séptima Región y el Peso Unitario de los Equipos se encuentra en el Anexo N° 1 Valor Euro Fecha: 15/04/2011: \$682, 43. Valor UF Fecha: 14/0/2011: 21 619.

Por lo tanto, el costo por la disposición final de los pasivos ambientales peligrosos contaminados con PCB ubicados en la séptima región tiene un valor de 6 741, 28 UF.

A continuación en la tabla N se aprecia el valor asociado a su transporte, desde las diferentes SSEE de la Séptima Región hasta la planta de HIDRONOR ubicada en la Región Metropolitana.

La información acerca de costos asociados al transporte de residuos peligrosos, fue obtenida a través de una cotización enviada por la empresa HIDRONOR (Anexo N° 4), de acuerdo a esto en la tabla N° 150, se observa el valor por viaje.

Carga Max.	Valor por viaje desde la Séptima Región.
10 Pallet	23 UF
20 Pallet	26 UF

Tabla 149 Costos asociados al Transporte de Residuos Peligrosos desde las SSEE ubicadas en las Séptima Región y la Región Metropolitana. Anexo N° 4, Cotización N° 14199, Empresa HIDRONOR. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

A continuación en la tabla N° 151, se enumeran las cargas a transportar desde las diferentes SSEE contempladas en la séptima región, hasta la planta HIDRONOR.



Pasivos Ambientales Contaminados con PCB y Sin Análisis	Nº de equipos	Nº de Pallet	Total de pallet a transportar en la séptima región	Valor Total del Transporte
SSEE: Curicó			61	78 UF
Transformador de Servicios Auxiliares	2	4		
Transformador de Voltaje	3	1		
Transformador de Corriente	2	1		
Transformador Múltiple	1			
Transformador de Señales	1	1		
Transformador de Señales (mochila)	3	1		
Interruptor ADDA	3	3		
Tambor de 200 L	50	13		
Bin 1000 L	1	1		
SSEE: Itahue				
Transformador de Señales	4	4		
Interruptor ADDA	1	1		
SSEE: Panguilemo				
Transformador de Voltaje	3	1		
Transformador de Corriente	5	2		
Transformador Trimono	2			
Interruptor ADDA	4	4		
SSEE: Villa Alegre				
Transformador de Servicios Auxiliares	1	2		
Interruptor ADDA	1	1		
Transformador Trimono	1	1		
SSEE: Longavi				
Interruptor ADDA	3	3		
En la Vía				
Transformadores de Señales (mochila)	69	17		

Tabla 150 Cálculos del costo asociado al transporte de los Pasivos Ambientales Contaminados con PCB y Potencialmente Contaminados desde la Séptima Región a la Región Metropolitana. La cantidad de equipos que se acomodan sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.

De acuerdo a los cálculos realizados en las tablas anteriores, el costo por la disposición final de los pasivos ambientales peligrosos contaminados con PCB incluido su transporte tiene un valor de 6 819,28 UF.

Etapa 3: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Séptima Región.

El manejo para este tipo de pasivos se divide entre los Pasivos Ambientales No contaminados con PCB Valorizables y los No Valorizables. A continuación se evalúa el manejo para el primer tipo de Pasivo Ambiental No Contaminado con PCB.

El manejo para este tipo de pasivos indica entregarlos a empresas dedicadas a la valorización de este tipo de artículos, esencialmente el trabajo de estas es: deshuesar los equipos y formar tres conjuntos de los cual el primero corresponde a la chatarra, la cual es reutilizada en la fundición para obtener fierro, el segundo es el aceite dieléctrico el cual es entregado, sin costo, a empresas como HIDRONOR Y BRAVO ENERGY, las



cuales utilizan este residuos para la elaboración de combustibles alternativos y por ultimo están los aisladores, cartones y partes activas de los equipos los cuales deben ser dispuestos en sitios autorizados para su disposición final.

Expuesto los puntos anteriores los equipos que son recibidos por están empresas de reciclaje son: Armarios Metálicos, transformadores Trimono, Múltiples y de Servicios Auxiliares, recibiendo EFE un valor de \$500 por KVA o bien \$50 por Kg. Luego los transformadores de corriente y voltaje y los aisladores, deben ser dispuestos en sitios autorizados, servicio que ofrece la empresa HIDRONOR y a través de una cotización (Anexo N° 4), es posible hacer la modelación de los costos asociados a este tipo de pasivos.

A continuación se muestra la tabla N° 152, en la cual se indican los equipos a valorizar dentro de las SSEE Curicó a Longavi.

Pasivos Ambientales Peligrosos NO Contaminados	N° de Serie	Concentración PCB ppm	KVA por Equipo	Kg. por Equipo	Valorización Por Equipo
SSEE: Curicó					
1 Transformador Servicios Auxiliares	209216	36,7	200	---	100 000
15 Armarios Metálicos de Control	---	---	---	150	112 500
SSEE: Itahue					
2 Transformadores Múltiples	20681, 20881, 20848, 20914, 20782, 20815	29,9	70	---	70 000
	20882, 20849, 20915, 20783, 20816	11	70	---	
2 Armarios Metálicos de Control	---	---	---	150	15 000
1 Armario de Archivos	---	---	---	70	3 500
SSEE: Panguilemo					
4 Transformadores Múltiples	20784, 20817, 20916, 20850, 20883	<10	70	---	140 000
	20952	12,8	70	---	
	20785, 20818, 20917, 20851, 20884	12,9	70	---	
	20951	11,9	70	---	
4 Armarios Metálicos de Control	---	---	---	150	30 000



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Pasivos Ambientales Peligrosos NO Contaminados	N° de Serie	Concentración PCB ppm	KVA por Equipo	Kg. por Equipo	Valorización Por Equipo
SSEE: Villa Alegre					
1 Transformador Múltiple	20891, 20859, 20924, 20825, 20792.	<10	70	---	35 000
1 Transformador Servicios Auxiliares	209228	30,8	200	---	100 000
1 Interruptor ADDA	48820	29,8	---	300	15 000
SSEE: Longavi					
3 Armarios Metálicos de Control	---	---	---	150	22 500

Tabla 151 Valorización de Pasivos Ambientales ubicados en la Séptima Región. Las características de los equipos se encuentran en el Anexo N°1.

Por lo tanto la valorización total de los equipos ubicados entre las regiones metropolitanas y séptima es de: \$ 643. 500, correspondiente a 29, 8 UF.

A continuación en la tabla N° 153, se enumeran las cargas a transportar desde las diferentes SSEE contempladas en la séptima región, hasta la región metropolitana.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Pasivos Ambientales NO Contaminados con PCB	Nº de serie	Nº de equipos	Nº de Pallet	Pallet a Transportar por región	Valor Transporte total por región
SSEE: Curicó				20	26 UF
Transformador Servicios Auxiliares	209216	1	2		
Armarios Metálicos de Control	---	15	8		
SSEE: Itahue					
Transformador Múltiple	20681, 20881, 20848, 20914, 20782, 20815	2	1		
Armario Metálico de Archivo	---	1			
Armarios Metálicos de Control	---	2	1		
SSEE: Panguilemo					
Transformador Múltiple		4	2		
Armarios Metálicos de Control	---	4	2		
SSEE: Villa Alegre					
Transformador Múltiple		1	1		
Interruptor ADDA	48820	1			
Transformador Servicios Auxiliares	209228	1	2		
SSEE: Longavi					
Armarios Metálicos de Control	---	3	1		

Tabla 152 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, Valorizables desde las SSEE ubicadas en la Séptima Región hasta la Región Metropolitana. La cantidad de equipos que pueden ser acomodados sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1. Costo de transporte, ver Tabla N° 150

Finalmente se muestra la tabla N° 154, en donde se encuadra el beneficio de la valorización de estos pasivos versus el costo del transporte hacia las empresas de reciclaje.

	Valorización Equipos	Costo Transporte UF
Pasivos Ambientales Peligrosos No contaminados con PCB Valorizables	29,8 UF	26 UF
Total Beneficio (Valor: Valorización equipos – Valor Transporte)	3,8 UF	

Tabla 153 Beneficio de la Valorización de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB ubicados en las SSEE de la Séptima Región Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Luego el manejo de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables contempla la disposición final. Con respecto a este punto cabe señalar que los costos están asociados al peso de los equipos, por lo tanto en la tabla N° 155 se cuantifica el peso total de los equipos a disponer.



Pasivos Ambientales Peligrosos NO Contaminados con PCB	N° de Serie	Concentración PCB ppm	Peso Kg.
SSEE: Curicó			
5 Transformadores de Corriente	127092	37,1	600
	127070	<10	
	127127	10,2	
	127130	<10	
	127116	<10	
1 Transformadores de Voltaje	127183	38	150
SSEE: Itahue			
6 Transformadores de Corriente	127109	---	360
SSEE: Panguilemo			
3 Transformador de Corriente	127088	<10	360
	127138	49,1	
	127137	<10	
10 Aisladores	---	----	600
SSEE: Villa Alegre			
1 Transformadores de Voltaje	127163	<10	150
Peso Total			2 220

Tabla 154 Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables, ubicados en la Séptima Región .El Peso Unitario de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB se encuentra en el Anexo N°1.

Según la cotización entrega por la empresa HIDRONOR, efectuar la disposición final de equipos sin contaminación de PCB tiene un costo de 10 UF por Tonelada más IVA, con respecto a lo anterior en la tabla N° 156, se evalúa el costo total que conlleva la disposición de los pasivos ambientales no valorizables desde la SSEE Curico a la SSEE Longavi.

	Peso Total Toneladas	Costo por Disposición Final UF
Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados Con PCB No Valorizables	2, 22	22, 2

Tabla 155 Costo asociados a la Disposición Final, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Séptima Región.

A continuación, en la tabla N° 157, se encuadraran los costos de transporte que conlleva la disposición de los pasivos ambientales peligrosos no contaminados con PCB, no valorizables. Posteriormente en la tabla N° 158, se visualiza el costo por la disposición final de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No valorizables ubicados en la Séptima Región incluido el transporte desde las SSEE a la Planta HIDRONOR.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Pasivos Ambientales Peligrosos NO Contaminados con PCB	Nº de Serie	Nº de Pallet	Costo transporte UF
SSEE: Curicó			23 UF
5 Transformadores de Corriente	127092	2	
	127070		
	127127		
	127116		
	127130		
1 Transformadores de Voltaje	127183		
SSEE: Itahue			
6 Aisladores	---	1	
SSEE: Panguilemo			
3 Transformador de Corriente	127088	2	
	127138		
	127137		
8 Aisladores	---		
SSEE: Villa Alegre			
1 Transformadores de Voltaje	127163	0	

Tabla 156 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, No Valorizables desde las SSEE ubicadas en la Séptima Región hasta la Región Metropolitana. La cantidad de equipos que pueden ser acomodados sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1. Costo de transporte, ver Tabla N° 150.

	Peso Total Toneladas	Costo Total por Disposición Final UF (Valor Transporte + Valor Disposición)
Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados Con PCB No Valorizables	2, 22	45, 2

Tabla 157 Costo asociados a la Disposición Final más el Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Séptima Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Finalmente el costo asociado a la etapa N° 3 en la fase N° 2 se muestra en la, tabla N° 159.

Pasos	Costo Asociados UF
1. Beneficio Valorización equipos	3,8
2. Costos disposición final	45, 2
Costo Total Etapa N° 4 (Valor Disposición Final – Valor Valorización Equipos)	41,4

Tabla 158 Costo Total Etapa N° 3 “Manejo Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB” en las SSEE de la Séptima Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Etapa 4: Descontaminación y Mantenimiento Simultáneo de los Equipos Contaminados con PCB ubicados en la Séptima Región.

En la séptima región, no se visualizan equipos operativos potencialmente contaminados con PCB.

Etapa 5: Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE comprendidas en la Séptima Región.

El manejo de este tipo de equipos, dada su alta concentración en PCB, debe ser realizado en países autorizados para su incineración, en Chile la única empresa



autorizada para hacer tal manejo, exportación de residuos contaminados con PCB, para su destrucción, es HIDRONOR y a través de la cotización N° 14167 (Anexo N° 4), es posible apreciar que el costo por la eliminación total de equipos contaminados con PCB, es 4 euros por Kg.

A continuación en la tabla N° 160, se encuadra los costos asociados a este manejo de equipos entre las SSEE Curicó a Longavi.

SSEE	N° Total de Condensadores	Peso Unitario del condensador Kg.	Costo por eliminación euros/kg.	Costo Total por la eliminación de los Condensadores euros
Curicó	90	50	4	180 000
Itahue				
Panguilemo				
Villa legre				
Longavi				

Tabla 159 Costo asociado a la Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Sexta Región. Valor Euro Fecha: 15/04/2011: \$682, 43. Valor UF Fecha: 14/0/2011: 21 619. Peso Unitario en Anexo N°1.

El costo por la eliminación de los condensadores dentro de las SSEE comprendidas en la séptima región, tiene un valor de 568, 2 UF.

Costo asociado al transporte de los condensadores, se observa en la tabla N° 161.

SSEE	N° de Condensadores por SSEE	N° Pallet necesarios	Costo Asociado al Transporte.
Curicó	18	8	23 UF
Itahue	18		
Panguilemo	18		
Villa Alegre	18		
Longavi	18		

Tabla 160 Cálculo del costo asociado al Transporte de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Séptima Región. La cantidad de equipos que pueden ser acomodados sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.

Por lo tanto el costo total de la etapa N° 5 en la fase N° 2, tiene un valor de: 591, 2 UF

Costo Fase 2: Regularización Séptima Región.

Resumen de costos para la Fase 2, vale decir, para cada una de las etapas en valor estándar de unidades de fomento UF, se indica en la tabla N° 162.

Fase	Etapas	Metas Por Etapa	Costos Asociados UF
2	1	Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Sin Análisis en las SSEE	762,3
	2	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB en las SSEE	6819,28
	3	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en las SSEE	41,4
	4	Descontaminación y Mantenimiento Simultaneo de los equipos contaminados con PCB.	0
	5	Disposición Final de los condensadores ubicados en las SSEE	591,2
Costo Total Fase N° 2			8 214,18 UF



Tabla 161 Costo Total Fase N° 1 “Regularización Sexta Región”, Estructura 2, Plan de Manejo Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Fase N° 3: Regularización de la Octava Región.

La presente fase indica de forma análoga las etapas y metas de la fase N° 1 y 2, que corresponde a la regulación de la sexta región y séptima región respectivamente, para la regulación de la octava región. A continuación en la tabla N° 163, se indican las etapas y metas que comprende la presente fase.

Fase	Etapas	Metas Por Etapa
3	1	Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Operativos sin análisis en las SSEE comprendidas en la Octava Región.
	2	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Octava Región.
	3	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Octava Región.
	4	Descontaminación y Mantenimiento simultaneo equipos contaminados con PCB ubicados en la Octava Región
	5	Disposición Final de los condensadores ubicados en las SSEE comprendidas en la Octava Región.

Tabla 162 Etapas, Fase 3, Estructura 2, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB

Etapas 1: Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Potencialmente Sin Análisis en las SSEE comprendidas en la Octava Región.

Los costos para el cumplimiento de esta etapa son modelados a partir de la cotización recibida por la empresa HIDRONOR N° 94, ubicada en el Anexo N° 4.

En la tabla N° 164, se modela el costo asociado al muestreo y análisis de los pasivos ambientales y equipos potencialmente contaminados con PCB ubicados en las SSEE comprendidas en la Octava Región.

Pasivos Ambientales Peligrosos Sin Análisis y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB	Unidades Totales	Costo Muestreo UF	Costo Análisis UF
Transformador de Poder	6	7,8	24
Transformador de Servicios Auxiliares *	4	5,2	16
Transformador de Servicios Auxiliares	4	5,2	16
Transformador de Corriente	40	52	160
Transformador de Voltaje	13	16,9	52
Transformadores de Señales	3	3,9	12
Transformadores de Señales (mochila)	22	28,6	88
Transformador **	1	1,3	4
Interruptor ADDA	5	6,5	20
Tambores 200 L	16	20,8	64
Carro filtro de aceite	1	1,3	4
Total Costos UF	---	149,5	460

Tabla 163 Costos de muestreo y análisis para los Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, ubicados en la Octava Región. Las tablas, con el detalle de los Pasivos Ambientales Sin Análisis ubicados en las SSEE de la Octava Región y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, ubicados en las SSEE de la Octava Región, se encuentran en el Anexo N° 1.



Por lo tanto, los costos totales que incluyen muestreo, análisis y viajes (10 UF) para la regulación de la Octava Región son: 619,5 UF.

Etapas 2: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Octava Región.

Cabe destacar, que por tratarse de una modelación todos los pasivos ambientales peligrosos sin análisis, serán considerados contaminados con PCB.

Por lo tanto en la tabla N° 165, se indican los pasivos ambientales incluidos en el presente manejo y los costos asociados a su disposición final, datos obtenidos a través de la cotización N° 14167 enviada por HIDRONOR (Anexo N° 4).

Pasivos Ambientales Sin Análisis y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB	N° Total	Peso Total por grupo kg.	Costo disposición final por grupo 4 euros/kg.
Transformador de Servicios Auxiliares	4	15640	62560
Transformador de Corriente	11	1320	5280
Transformador de Voltaje	1	150	600
Transformador Trimono	1	210	840
Transformador Múltiple	2	500	2000
Transformador de Señales	2	4000	16000
Transformador de Señales (mochila)	91	9100	36400
Transformador de Empalme	4	600	2400
Transformador **	1	1590	6360
Interruptor ADDA	8	5760	23040
Tambores de 200 L	16	3840	15360

Tabla 164 Costo asociado a la Disposición Final de los Pasivos Ambientales Sin Análisis y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB (transformadores de señales tipo mochila), ubicados en la Octava Región. El detalle de los Pasivos Ambientales Sin Análisis ubicados en la Octava Región y el Peso Unitario de los Equipos se encuentra en el Anexo N° 1 Valor Euro Fecha: 15/04/2011: \$682, 43. Valor UF Fecha: 14/0/2011: 21 619.

Por lo tanto, el costo por la disposición final de los pasivos ambientales peligrosos contaminados con PCB ubicados en la octava región tiene un valor de 5 392, 8 UF.

A continuación en la tabla N° 247 se aprecia el valor asociado a su transporte, desde las diferentes SSEE de la séptima región hasta la planta de HIDRONOR ubicada en la región Metropolitana.

La información acerca de costos asociados al transporte de residuos peligrosos, fue obtenida a través de una cotización enviada por la empresa HIDRONOR, entre las regiones metropolitana y sexta, de acuerdo a esto en la tabla N° 166, se observa el valor por viaje desde las diferentes SSEE de la Octava región hasta la Región Metropolitana.

Carga Max.	Valor por viaje desde la Octava Región.
10 Pallet	33 UF
20 Pallet	36 UF

Tabla 165 Costos asociados al Transporte de Residuos Peligrosos desde las SSEE ubicadas en la Octava Región y la Región Metropolitana. Anexo N° 4, Cotización N° 14199, Empresa HIDRONOR. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

A continuación en la tabla N° 167, se enumeran las cargas a transportar desde las diferentes SSEE contempladas en la Octava Región hasta la planta de HIDRONOR.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Pasivos Ambientales Contaminados con PCB y Sin Análisis	N° de equipos	N° de Pallet	Total de pallet a transportar en la Octava región	Valor Total del Transporte UF
SSEE: Ñiquén			54	108 UF
Transformador de Servicios Auxiliares	1	2		
Transformador de Voltaje	1	1		
Interruptor ADDA	2	2		
Tambor de 200 L	4	1		
SSEE: Cocharcas				
Trasformador de Servicios Auxiliares	1	2		
Transformador de Corriente	9	0		
Transformador Trimono	1	1		
Interruptor ADDA	2	2		
Tambor 200 L	9	3		
SSEE: Bulnes				
Transformador de Corriente	1	0		
Transformador Múltiple	3	1		
Tambor 200 L	3	1		
SSEE: Monte Águila				
Transformador de Empalme	4	1		
Transformador de Señales (mochila)	22	6		
SSEE: Laja				
Transformador **	1	1		
Transformador de Señales	1	1		
Transformador de Corriente	9	3		
Interruptor ADDA	3	3		
SSEE: Renaico				
Transformador de Servicios Auxiliares	2	4		
Transformador de Señales	1	1		
Interruptor ADDA	1	1		
En la Vía				
Transformador de Señales (mochila)	69	17		

Tabla 166 Costos asociados al Transporte de Residuos Peligrosos desde las SSEE ubicadas en la Octava Región y la Región Metropolitana. Anexo N° 4, Cotización N° 14199, Empresa HIDRONOR. La cantidad de equipos que pueden ser acomodados sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.

Por lo tanto, el valor total por la disposición final de los pasivos ambientales peligrosos contaminados con PCB incluido su transporte es: 5 500,8 UF

Etapas 3: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Octava Región.

El manejo para este tipo de pasivos se divide entre los Pasivos Ambientales No contaminados con PCB Valorizables y los No Valorizables. A continuación se evalúa el manejo para el primer tipo de Pasivo Ambiental No Contaminado con PCB.

El manejo para este tipo de pasivos indica entregarlos a empresas dedicadas a la valorización de este tipo de artículos, esencialmente el trabajo de estas es: deshuesar los



equipos y formar tres conjuntos de los cual el primero corresponde a la chatarra, la cual es reutilizada en la fundición para obtener fierro, el segundo es el aceite dieléctrico el cual es entregado, sin costo, a empresas como HIDRONOR Y BRAVO ENERGY, las cuales utilizan este residuos para la elaboración de combustibles alternativos y por ultimo están los aisladores, cartones y partes activas de los equipos los cuales deben ser dispuestos en sitios autorizados para su disposición final.

Expuesto los puntos anteriores los equipos que son recibidos por están empresas de reciclaje son: Armarios Metálicos, transformadores Trimono, Múltiples y de Servicios Auxiliares, recibiendo EFE un valor de \$500 por KVA o bien \$50 por Kg. Luego los transformadores de corriente y voltaje y los aisladores, deben ser dispuestos en sitios autorizados, servicio que ofrece la empresa HIDRONOR y a través de una cotización (Anexo N° 4), es posible hacer la modelación de los costos asociados a este tipo de pasivos.

A continuación se muestra la tabla N° 168, en la cual se indican los equipos a valorizar dentro de las SSEE Ñiquén a Renaico.

Pasivos Ambientales Peligrosos NO Contaminados	Nº de Serie	Concentración PCB ppm	KVA por Equipo	Kg. por Equipo	Valorización Por Equipo
SSEE: Ñiquén					
2 Transformadores Trimono	20946	12,3	50	---	25 000
	20955	20,2	50	---	
2 Transformadores Múltiples	20888	10	70	---	70 000
	20856				
	20921				
	20822				
	20789				
	20887	< 10	70	---	
	20855				
	20920				
	20821				
	20788				
2 motores asincrónicos	---	---	---	180	18 000
2 armarios metálicos de control	---	---	---	150	15 000



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Pasivos Ambientales Peligrosos NO Contaminados	N° de Serie	Concentración PCB ppm	KVA por Equipo	Kg. por Equipo	Valorización Por Equipo
SSEE: Cocharcas					
2 Transformadores Múltiples	20894 20862 20927 20828 20795	11,9	70	---	70 000
	20893 20861 20926 20827 20794	10,4	70	---	
1 Transformador Trimono	20948	13,6	50	---	25 000
1 Interruptor ADDA	50533	42,1	---	300	15 000
5 motores asincrónicos	---	---	---	180	45 000
SSEE: Bulnes					
1 Transformador de servicios auxiliares	209237	12,4	200	---	100 000
1 Interruptor ADDA	50542	18,9	---	300	15 000
200 kg. de chatarra	---	---	---	---	10 000
SSEE: Monte Águila					
500 kg. de chatarra	---	---	---	---	25 000
SSEE: Laja					
2 Transformadores de servicios auxiliares (*)	51308	24,2	150	---	150 000
	51309	13,7	150	---	
1 transformador de señales TAMANI	51314	17,7	50	---	25 000
1 Interruptor ADDA de aire comprimido	---	---	---	300	15 000
6 estanques de aire comprimido	---	---	---	130	39 000
6 casetas metálicas de control	---	---	---	40	12 000
1 armario metálico de control	---	---	---	150	7 500
300 kg de chatarra	---	---	---	---	15000
SSEE: Renaico					
5 estanques de aire comprimido	---	---	---	130	32 500

Tabla 167 Valorización de Pasivos Ambientales ubicados en las SSEE de la Octava Región. Las características de los equipos se encuentran en el Anexo N°1.

Por lo tanto la valorización total de los equipos ubicados en la octava región es de: \$ 729 000, correspondiente a 33, 7 UF.

A continuación en la tabla N° 169, se enumeran las cargas a transportar desde las diferentes SSEE contempladas en la Octava Región, hasta la Región Metropolitana.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Pasivos Ambientales Peligrosos NO Contaminados con PCB Valorizables	N° de serie	N° de equipos	N° de Pallet	Pallet a Transportar por región	Valor Transporte total	
SSEE: Ñiquén				35	72 UF	
Transformador Trimono	20946	2	1			
	20955					
Transformador Múltiple	20888 20856 20921 20822 20789	2				
	20887 20855 20920 20821 20788					
Motor Asincrónico	---	2				2
Armarios Metálicos de Control	---	2				1
SSEE: Cocharcas						
Transformador Múltiple	20894 20862 20927 20828 20795	2	1			
	20893 20861 20926 20827 20794					
Transformador Trimono	20948	1				
Interruptor ADDA	50533	1				1
Motor Asincrónico	---	5	5			
SSEE: Bulnes						
Transformador Servicios Auxiliares	209237	1	2			
Interruptor ADDA	50542	1	1			
Chatarra	---	200 Kg.	1			
SSEE: Monte Águila						
Chatarra	---	500 Kg.	1			
SSEE: Laja						
Transformador Servicios Auxiliares	51308	2	4			
	51309					
Transformador se Señales	51314	1	1			
Interruptor ADDA	51308	1	1			
Estanques Aire Comprimido	---	6	6			
Casetas Metálicas de Control	---	6	1			
Armario Metálico de Control	---	1	1			
Chatarra	---	300 Kg.				
SSEE: Renaico						
Estanque Aire Comprimido	---	5	5			

Tabla 168 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, Valorizables desde las SSEE ubicadas en la Octava Región hasta la Región Metropolitana. La cantidad de equipos que pueden ser acomodados sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1. . Costo de transporte, ver Tabla N° 166.

Finalmente se muestra la tabla N° 170, en donde se encuadra el beneficio de la valorización de estos pasivos versus el costo del transporte hacia las empresas de reciclaje.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

	Valorización Equipos	Costo Transporte UF
Pasivos Ambientales Peligrosos No contaminados con PCB Valorizables	33, 7 UF	72 UF
Total Beneficio (Valor: Valorización equipos – Valor Transporte)	- 38, 7 UF	

Tabla 169 Beneficio de la Valorización de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB ubicados en las SSEE de la Octava Región Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Luego el manejo de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables contempla la disposición final. Con respecto a este punto cabe señalar que los costos están asociados al peso de los equipos, por lo tanto en la tabla N° 171, se cuantifica el peso total de los equipos a disponer.

Pasivos Ambientales Peligrosos NO Contaminados con PCB NO Valorizables	N° de Serie	Concentración PCB ppm	Peso Total Kg.
SEE: Ñiquén			
10 Transformadores de Corriente	127256	< 10	1200
	127286	11,9	
	127287	10,9	
	283714	< 10	
	127129	12,4	
	288713	< 10	
	127152	< 10	
	283732	10,1	
	283730	10,7	
	283729	13,8	
2 Transformadores de Voltaje	217170	< 10	300
	283717	< 10	
SSEE: Cocharcas			
3 Transformadores de Corriente	127149	< 10	360
	127128	< 10	
	127147	34,1	
3 Transformadores de Voltaje	235749	< 10	450
	242232	20,6	
	127194	13,2	
Cerámicas Aisladoras	---	---	250
SSEE: Bulnes			
6 Transformador de Corriente	127150	< 10	720
	127155	25	
	127237	< 10	
	283733	14,8	
	283731	15,6	
	127198	< 10	
2 Transformadores de Voltaje	224521	< 10	300
	127150	< 10	
4 Aisladores	---	---	240
SSEE: Laja			
20 Aisladores	---	---	1200



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Pasivos Ambientales Peligrosos NO Contaminados con PCB NO Valorizables	N° de Serie	Concentración PCB ppm	Peso Total Kg.
SSEE: Renaico			
14 Aisladores	---	---	840
Peso Total			5 860

Tabla 170 Costo asociados a la Disposición Final más el Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Octava Región. El Peso Unitario en Anexo N° 1.

Según la cotización entrega por la empresa HIDRONOR, efectuar la disposición final de equipos sin contaminación de PCB tiene un costo de 10 UF por Tonelada más IVA, con respecto a lo anterior en la tabla N° 172, se evalúa el costo total que conlleva la disposición de los pasivos ambientales no valorizables desde la SSEE Ñiquén a la SSEE Renaico.

	Peso Total Toneladas	Costo por Disposición Final UF
Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados Con PCB No Valorizables	5, 86	58, 6

Tabla 171 Costo Asociado a la Disposición Final de los Pasivos Ambientales, No Valorizables, ubicados en las SSEE de la Octava Región.

A continuación, en la tabla N° 173, se encuadraran los costos de transporte que conlleva la disposición de los pasivos ambientales peligrosos no contaminados con PCB, no valorizables. Posteriormente en la tabla N° 174, se visualiza el costo por la disposición final de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No valorizables ubicados en la Octava Región incluido el transporte desde las SSEE a la Planta HIDRONOR.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Pasivos Ambientales Peligrosos NO Contaminados con PCB NO Valorizables	Nº de Serie	N de Pallet	Costo Transporte UF
SSEE: Ñiquén			36 UF
10 Transformadores de Corriente	127256	4	
	127286		
	127287		
	283714		
	127129		
	288713		
	127152		
	283732		
	283730		
	283729		
2 Transformadores de Voltaje	217170		
	283717		
SSEE: Cocharcas			
3 Transformadores de Corriente	127149	3	
	127128		
	127147		
3 Transformadores de Voltaje	235749		
	242232		
	127194		
250Kg. Cerámicas Aisladoras	---		
SSEE: Bulnes			
6 Transformador de Corriente	127150	4	
	127155		
	127237		
	283733		
	283731		
	127198		
2 Transformadores de Voltaje	224521		
	127150		
8 Aisladores	---		
SSEE: Laja			
20 Aisladores	---	2	
SSEE: Renaico			
14 Aisladores	---	1	

Tabla 172 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, No Valorizables desde las SSEE ubicadas en las SSEE de la Octava Región hasta la Región Metropolitana. La cantidad de equipos que pueden ser acomodados sobre un pallet se encuentra en el Anexo N°1. Costo de transporte, ver Tabla N° 166. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

	Peso Total Toneladas	Costo por Disposición Final UF (Valor Transporte + Valor Disposición)
Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados Con PCB No Valorizables	5, 86	94, 6

Tabla 173 Costo asociado a la Disposición Final más el Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, ubicados en las SSEE de la Octava Región.

Finalmente el costo asociado a la etapa N° 3 en la fase N° 3 se muestra en la siguiente tabla N° 175.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Pasos	Costo Asociados UF
1. Beneficio Valorización equipos	- 38, 7
2. Costos disposición final	94, 6
Costo Total Etapa N° 3 (Valor Disposición Final – Valor Valorización Equipos)	133, 3

Tabla 174 Costo Total Etapa N° 3 “Manejo Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB” en las SSEE de la Octava Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Etapa 4: Descontaminación y Mantenimiento Simultáneo de los Equipos Contaminados con PCB ubicados en la Octava Región.

Los costos asociados a la descontaminación de estos equipos con tecnología de decloración se ubican en el Anexo N° 6, a continuación en la tabla N° 176, se establece el cálculo asociado al costo de descontaminación y mantenimiento simultaneo de estos equipos.

Equipos Potencialmente Contaminados con PCB	Litros de aceite por equipo	Litros de aceite por grupo de equipos	Costo de descontaminación por grupo de equipos US \$21,93/ Litro
6 Transformador de Poder *	9600	57600	1263168
4 Transformador de Servicios Auxiliares *	700	2800	61404
31 Transformador de Corriente	20	620	13596,6
13 Transformador de Voltaje	30	390	8552,7
1 Transformador de Señales	500	500	10965
Total	---	61910	1 357 686,3

Tabla 175 Costo asociado a la Descontaminación de los Equipos Potencialmente Contaminados, ubicado en las SSEE de la Octava Región. El detalle de los Equipos Potencialmente Contaminados con PCB ubicados en la Octava Región, se encuentra en el Anexo N° 1.

Por lo tanto, el costo por la descontaminación y mantenimiento simultáneo de los equipos potencialmente contaminados con PCB ubicados en la octava región es: 28 952,06 UF

Etapa 5: Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE comprendidas en la Octava Región.

El manejo de este tipo de equipos, dada su alta concentración en PCB, debe ser realizado en países autorizados para su incineración, en Chile la única empresa autorizada para hacer tal manejo, exportación de residuos contaminados con PCB, para su destrucción, es HIDRONOR y a través de la cotización N° 14167 (Anexo N° 4), es posible apreciar que el costo por la eliminación total de equipos contaminados con PCB, es 4 euros por Kg.

A continuación en la tabla N° 177, se encuadra los costos asociados a este manejo de equipos entre las SSEE Ñiquén a Renaico.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

SSEE	N° Total de Condensadores	Peso Unitario del condensador Kg.	Costo por eliminación euros/kg.	Costo Total por la eliminación de los Condensadores euros
Ñiquén	90	50	4	180 000
Cocharcas				
Bulnes				
Monte Águila				
Laja				
Renaico				

Tabla 176 Costo asociado a la Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Octava Región.
Valor Euro Fecha: 15/04/2011: \$682, 43. Valor UF Fecha: 14/0/2011: 21 619. Peso Unitario en Anexo N°1.

El costo por la eliminación de los condensadores dentro de las SSEE comprendidas en la octava región, tiene un valor de 568, 2 UF.

Costo asociado al transporte de los condensadores, se observa en la tabla N° 178.

SSEE	N° de Condensadores por SSEE	N° Pallet necesarios	Costo Asociado al Transporte.
Ñiquén	18	8	33 UF
Cocharcas	18		
Bulnes	18		
Monte Águila	12		
Laja	12		
Renaico	12		

Tabla 177 Cálculo del costo asociado al Transporte de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Octava Región.
La cantidad de equipos que pueden ser acomodados sobre un pallet se encuentra en el Anexo N°1.

Por lo tanto el costo total de la etapa N° 5 en la fase N° 3, tiene un valor de: 601, 2 UF.

Costo Fase 3: Regularización Octava Región.

Resumen de costos para la Fase 3, vale decir, para cada una de las etapas en valor estándar de unidades de fomento UF, se indica en la tabla N° 179.

Fase	Etapas	Metas Por Etapa	Costos Asociados UF
3	1	Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Operativos sin análisis en las SSEE	619, 5 UF
	2	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB en la SSEE .	5 500, 8 UF
	3	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE	133, 3 UF
	4	Descontaminación y Mantenimiento Simultaneo de los equipos.	28 952, 06 UF
	5	Disposición Final de los condensadores ubicados en las SSEE.	601, 2 UF
Costo Total Fase N° 3			35 806, 86 UF

Tabla 178 Costo Total Fase N° 3 “Regularización Octava Región”, Estructura 2, Plan de Manejo Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.



Fase N° 4: Regularización de la Novena Región.

La presente fase indica de forma análoga las etapas y metas de la fase N° 1, 2 y 3, que corresponde a la regulación de la sexta, séptima y octava región respectivamente, para la regulación de la novena región. A continuación en la tabla N° 180, se indican las etapas y metas que comprende la presente fase.

Fase	Etapas	Metas Por Etapa
4	1	Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Operativos sin análisis en las SSEE comprendidas en la Novena Región.
	2	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Novena Región.
	3	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Novena Región.
	4	Descontaminación y Mantenimiento Simultaneo de los equipos Contaminados con PCB ubicados en la Novena Región.
	5	Disposición Final de los condensadores ubicados en las SSEE comprendidas en la Novena Región.

Tabla 179 Etapas, Fase 4, Estructura 2, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB

Etapas 1: Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Potencialmente Sin Análisis en las SSEE comprendidas en la Novena Región.

Los costos para el cumplimiento de esta etapa son modelados a partir de la cotización recibida por la empresa HIDRONOR N° 94, ubicada en el Anexo N° 4.

En la tabla N° 181, se modela el costo asociado al muestreo y análisis de los pasivos ambientales y equipos potencialmente contaminados con PCB ubicados en las SSEE comprendidas en la Novena Región.

Pasivos Ambientales Peligrosos Sin Análisis y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB	Unidades Totales	Costo Muestreo UF	Costo Análisis UF
Transformador de Poder *	4	5,2	16
Transformador de Servicios Auxiliares *	4	5,2	16
Transformador de Corriente	17	22,1	68
Transformadores de Voltaje	11	14,3	44
Transformadores de Señales (mochila)	5	6,5	20
Interruptor ADDA	1	1,3	4
Tambores 200 L	8	10,4	32
Baldes 20 L	2	2,6	8
Total Costos UF	---	67,6	208

Tabla 180 Costos de muestreo y análisis para los Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, ubicados en la Novena Región. Las tablas, con el detalle de los Pasivos Ambientales Sin Análisis ubicados en las SSEE de la Novena Región y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB, ubicados en las SSEE de la Novena Región, se encuentran en el Anexo N° 1. Valor UF Fecha: 14/0/2011: 21 619.

Por lo tanto, los costos totales que incluyen muestreo, análisis y viajes (10 UF) para la regulación de la Novena Región son: 285,6 UF.



Etapa 2: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Novena Región.

Cabe destacar, que por tratarse de una modelación todos los pasivos ambientales peligrosos sin análisis, serán considerados contaminados con PCB.

Por lo tanto en la tabla N° 182, se indican los pasivos ambientales incluidos en el presente manejo y los costos asociados a su disposición final, datos obtenidos a través de la cotización N° 14167 enviada por HIDRONOR (Anexo N° 4).

Pasivos Ambientales Sin Análisis y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB	N° Total	Peso Total por grupo kg.	Costo disposición final por grupo 4 euros/kg.
Transformador de Corriente	2	240	960
Transformador de Voltaje	2	300	1200
Transformador de Señales (mochila)	74	7400	29600
Interruptor ADDA	1	720	2880
Tambores de 200 L	8	1920	7680
Balde 20 L	2	48	192

Tabla 181 Costo asociado a la Disposición Final de los Pasivos Ambientales Sin Análisis y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB (transformadores de señales tipo mochila), ubicados en la Novena Región. . El detalle de los Pasivos Ambientales Sin Análisis ubicados en la Novena Región y el Peso Unitario de los Equipos se encuentra en el Anexo N° 1 Valor Euro Fecha: 15/04/2011: \$682, 43. Valor UF Fecha: 14/0/2011: 21 619.

Por lo tanto, el costo por la disposición final de los pasivos ambientales peligrosos contaminados con PCB ubicados en la séptima región tiene un valor de 1 341,94 UF.

A continuación en la tabla N se aprecia el valor asociado a su transporte, desde las diferentes SSEE de la Novena Región hasta la planta de HIDRONOR ubicada en la Región Metropolitana.

La información acerca de costos asociados al transporte de residuos peligrosos, fue obtenida a través de una cotización enviada por la empresa HIDRONOR (Anexo N° 4), de acuerdo a esto en la tabla N° 183, se observa el valor por viaje desde la Novena Región hasta la Región Metropolitana.

Carga Max.	Valor por viaje desde la Novena Región.
10 Pallet	43 UF
20 Pallet	46 UF

Tabla 182 Costos asociados al Transporte de Residuos Peligrosos desde las SSEE ubicadas en la Octava Región y la Región Metropolitana. Anexo N° 4, Cotización N° 14199, Empresa HIDRONOR. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

A continuación en la tabla N° 184, se enumeran las cargas a transportar desde las diferentes SSEE contempladas en la Novena Región hasta la Región Metropolitana.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Pasivos Ambientales Peligrosos Sin Análisis	N° de equipos	N° de Pallet	Total de pallet a transportar en la Novena región	Valor Total del Transporte UF
SSEE: Collipulli			7	43 UF
Transformador de Voltaje	1	1		
Tambor de 200 L	2			
SSEE: Victoria				
Transformador de Voltaje	2	1		
Transformador de Señales (mochila)	4	1		
Interruptor ADDA	1	1		
Tambor 200 L	2	1		
Balde 20 L	2			
SSEE: Lautaro				
Transformador de Corriente	1	1		
Transformador de Señales (mochila)	1			
Tambor 200 L	2			
SSEE: Metrenco				
Tambor 200 L	2	1		

Tabla 183 Costos asociados al Transporte de Residuos Peligrosos desde las SSEE ubicadas en la Novena Región y la Región Metropolitana. Anexo N° 4, Cotización N° 14199, Empresa HIDRONOR.

Por lo tanto el valor total por la disposición final de los pasivos ambientales peligrosos contaminados con PCB, incluyendo el transporte es de: 1 384,94 UF.

Etapas 3: Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE ubicadas en la Novena Región.

El manejo para este tipo de pasivos se divide entre los Pasivos Ambientales No contaminados con PCB Valorizables y los No Valorizables. A continuación se evalúa el manejo para el primer tipo de Pasivo Ambiental No Contaminado con PCB.

El manejo para este tipo de pasivos indica entregarlos a empresas dedicadas a la valorización de este tipo de artículos, esencialmente el trabajo de estas es: deshuesar los equipos y formar tres conjuntos de los cual el primero corresponde a la chatarra, la cual es reutilizada en la fundición para obtener fierro, el segundo es el aceite dieléctrico el cual es entregado, sin costo, a empresas como HIDRONOR Y BRAVO ENERGY, las cuales utilizan este residuos para la elaboración de combustibles alternativos y por ultimo están los aisladores, cartones y partes activas de los equipos los cuales deben ser dispuestos en sitios autorizados para su disposición final.

Expuesto los puntos anteriores los equipos que son recibidos por están empresas de reciclaje son: Armarios Metálicos, transformadores Trimono, Múltiples y de Servicios Auxiliares, recibiendo EFE un valor de \$500 por KVA o bien \$50 por Kg. Luego los transformadores de corriente y voltaje y los aisladores, deben ser dispuestos en sitios autorizados, servicio que ofrece la empresa HIDRONOR y a través de una cotización (Anexo N° 4), es posible hacer la modelación de los costos asociados a este tipo de pasivos.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

A continuación se muestra la tabla N° 185, en la cual se indican los equipos a valorizar dentro de las SSEE Collipulli a Metrenco.

Pasivos Ambientales Peligrosos NO Contaminados Valorizables	N° de Serie	Concentración PCB ppm	KVA por Equipo	Kg. por Equipo	Valorización Por Equipo
SSEE: Collipulli					
1 Estanque de Aire Comprimido	---	---	---	130	6500
SSEE: Victoria					
Chatarra	---	---	---	200	10000

Tabla 184 Valorización de Pasivos Ambientales ubicados en las SSEE de la Novena Región. Las características de los equipos se encuentra en el Anexo N° 1.

Por lo tanto la valorización total de los equipos ubicados en la novena región es de: \$ 16500, correspondiente a 0,8 UF.

Luego el costo por el transporte asociado a estos equipos es como se muestra en la tabla N° 186.

Carga Max.	Valor por viaje desde la Novena Región.
10 Pallet	43 UF
20 Pallet	46 UF

Tabla 185 Costos asociados al Transporte de Residuos Peligrosos desde las SSEE ubicadas en las Novena Región y la Región Metropolitana. Anexo N° 4, Cotización N° 14199, Empresa HIDRONOR.
Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

A continuación en la tabla N° 187, se enumeran las cargas a transportar desde las diferentes SSEE contempladas en la Novena Región, hasta la Región Metropolitana

Pasivos Ambientales Peligrosos NO Contaminados con PCB Valorizables	N° de serie	N° de equipos	N° de Pallet	Pallet a Transportar por región	Valor Transporte total
SSEE: Collipulli				2	43 UF
Estanque Aire Comprimido	---	1	1		
SSEE: Victoria					
200 kg. Chatarra	---	---	1		

Tabla 186 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, Valorizables desde las SSEE ubicadas en la Novena Región hasta la Región Metropolitana. La cantidad de equipos que pueden ser acomodados sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.

Finalmente se muestra la tabla N° 188, en donde se encuadra el beneficio de la valorización de estos pasivos versus el costo del transporte hacia las empresas de reciclaje.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

	Valorización Equipos	Costo Transporte UF
Pasivos Ambientales Peligrosos No contaminados con PCB Valorizables	0,8 UF	43 UF
Total Beneficio (Valor: Valorización equipos – Valor Transporte)	-	42, 2 UF

Tabla 187 Beneficio de la Valorización de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB ubicados en las SSEE de la Novena Región Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Luego el manejo de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables contempla la disposición final. Con respecto a este punto cabe señalar que los costos están asociados al peso de los equipos, por lo tanto en la tabla N° 189, se cuantifica el peso total de los equipos a disponer.

Pasivos Ambientales Peligrosos NO Contaminados con PCB NO Valorizables	N° de Serie	Concentración PCB ppm	Peso Total Kg.
SSEE: Collipulli			
20 Aisladores	---	---	1200
SSEE: Victoria			
3 Aisladores	---	---	180
Peso Total			1 380

Tabla 188 Costo asociados a la Disposición Final más el Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No Valorizables ubicados en las SSEE de la Novena Región. Peso Unitario en Anexo N° 1.

Según la cotización entrega por la empresa HIDRONOR, efectuar la disposición final de equipos sin contaminación de PCB tiene un costo de 10 UF por Tonelada más IVA, con respecto a lo anterior en la tabla N° 190, se evalúa el costo total que conlleva la disposición de los pasivos ambientales no valorizables desde la SSEE Ñiquén a la SSEE Renaico.

	Peso Total Toneladas	Costo por Disposición Final UF
Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados Con PCB No Valorizables	1, 4	14

Tabla 189 Costo Asociado a la Disposición Final de los Pasivos Ambientales, No Valorizables, ubicados en las SSEE de la Novena Región.

A continuación, en la tabla N° 191, se encuadraran los costos de transporte que conlleva la disposición de los pasivos ambientales peligrosos no contaminados con PCB, no valorizables. Posteriormente en la tabla N° 192, se visualiza el costo por la disposición final de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, No valorizables ubicados en la Novena Región incluido el transporte desde las SSEE a la Planta HIDRONOR.

Pasivos Ambientales Peligrosos NO Contaminados con PCB NO Valorizables	N° de Serie	N° de Pallet	Costo transporte
SSEE: Colipulli			43
Aisladores	---	1	
SSEE: Victoria			
Aisladores	---	0	

Tabla 190 Cálculos asociados al Costo de Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados, No Valorizables desde las SSEE ubicadas en las SSEE de la Novena Región hasta la Región Metropolitana. La cantidad de equipos que se acomodan sobre un pallet se encuentra en el Anexo N°1.



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

	Peso Total Toneladas	Costo Total por Disposición Final UF (Valor Transporte + Valor Disposición)
Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados Con PCB No Valorizables	1,4	57

Tabla 191 Costo asociado a la Disposición Final más el Transporte de los Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB, ubicados en las SSEE de la Novena Región.

Finalmente el costo asociado a la etapa N° 4 en la fase N° 3 se muestra en la siguiente tabla N° 193.

Pasos	Costo Asociados UF
1. Beneficio Valorización equipos	- 42,2
2. Costos disposición final	57
Costo Total Etapa N° 3 (Valor Disposición Final – Valor Valorización Equipos)	99,2

Tabla 192 Costo Total Etapa N° 3 “Manejo Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB” en las SSEE de la Novena Región. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.

Etapa 4: Descontaminación y Mantenimiento Simultaneo de los equipos contaminados con PCB ubicados en la Novena Región.

Los costos asociados a la descontaminación de estos equipos con tecnología de decloración se ubican en el Anexo N° 6, a continuación en la tabla N° 194, se establece el cálculo asociado al costo de descontaminación y mantenimiento simultaneo de estos equipos.

Equipos Potencialmente Contaminados con PCB	Litros de aceite por equipo	Litros de aceite por grupo de equipos	Costo de descontaminación por grupo de equipos US \$21,93/ Litro
4 Transformador de Poder *	9600	38400	842112
4 Transformador de Servicios Auxiliares *	700	2800	61404
15 Transformador de Corriente	20	300	6579
9 Transformador de Voltaje	30	270	5921,1
Total	---	41770	916016,1

Tabla 193 Costo asociado a la Descontaminación de los Equipos Potencialmente Contaminados, ubicado en las SSEE de la Novena Región. El detalle de los Equipos Potencialmente Contaminados con PCB ubicados en la Novena Región, se encuentra en el Anexo N° 1.

Por lo tanto, el costo por la descontaminación y mantenimiento simultáneo de los equipos potencialmente contaminados con PCB ubicados en la novena región es: 19 533,64 UF

Etapa 5: Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE comprendidas en la Novena Región.

El manejo de este tipo de equipos, dada su alta concentración en PCB, debe ser realizado en países autorizados para su incineración, en Chile la única empresa autorizada para hacer tal manejo, exportación de residuos contaminados con PCB, para



Diseño de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB ubicados en las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

su destrucción, es HIDRONOR y a través de la cotización N° 14167 (Anexo N° 4), es posible apreciar que el costo por la eliminación total de equipos contaminados con PCB, es 4 euros por Kg.

A continuación en la tabla N° 195, se encuadra los costos asociados a este manejo de equipos entre las SSEE Collipulli a Metrengo.

SSEE	N° Total de Condensadores	Peso Unitario del condensador Kg.	Costo por eliminación euros/kg.	Costo Total por la eliminación de los Condensadores euros
Collipulli	48	50	4	9600
Victoria				
Lautaro				
Metrengo				

Tabla 194 Costo asociado a la Disposición Final de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Novena Región. Valor Euro Fecha: 15/04/2011: \$682, 43. Especificaciones Técnicas de los Equipos Eléctricos en Anexo N°1.

El costo por la eliminación de los condensadores dentro de las SSEE comprendidas en la novena región, tiene un valor de 303 UF.

Costo asociado al transporte de los condensadores, se observa en la tabla N° 196.

SSEE	N° de Condensadores por SSEE	N° Pallet necesarios	Costo Asociado al Transporte.
Collipulli	12	4	43 UF
Victoria	12		
Lautaro	12		
Metrengo	12		

Tabla 195 Cálculo del costo asociado al Transporte de los Condensadores ubicados en las SSEE de la Novena Región. La cantidad de equipos que se acomodan sobre un pallet se encuentra en el Anexo N° 1.

Por lo tanto el costo total de la etapa N° 5 en la fase N° 4, tiene un valor de: 346 UF

Costo Fase 4: Regularización Novena Región.

Resumen de costos para la Fase 4, vale decir, para cada una de las etapas en valor estándar de unidades de fomento UF, se indica en la tabla N° 197.

Fase	Etapas	Metas Por Etapa	Costos Asociados UF
4	1	Muestreo de los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Operativos sin análisis en las SSEE comprendidas en la Novena Región.	285,6
	2	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB en la SSEE	1384,94
	3	Manejo de los Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB en la SSEE.	99,2
	4	Descontaminación y Mantenimiento Simultaneo de los equipos contaminados con PCB	19533,64
	5	Disposición Final de los condensadores ubicados en las SSEE.	346
Costo Total Fase N° 4			21 649,38

Tabla 196 Costo Total Fase N° 3 “Regularización Novena Región”, Estructura 2, Plan de Manejo Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB. Valor UF Fecha 14/04/2011: \$ 21 619.



Resumen Estructura 2.

A continuación en la figura N° 22, se ilustra lo que corresponde a la estructura N° 2 abordando cada una de sus fases y etapas, cada fase corresponde a una región, desde la sexta a la novena. Luego en la tabla N° 198, se resumen los costos y plazos modelados para cada una de las fases y el correspondiente total de la estructura 2. Destacando que estos valores no son en su totalidad certeros, ya que, hay una serie de puntos no contabilizados, como por ejemplo, las pequeñas faenas para el carguío de los camiones, costos de documentación para llevar el proyecto a cabo, etc. Sin embargo, el objetivo de esta evaluación económica que es establecer la estructura más costosa.

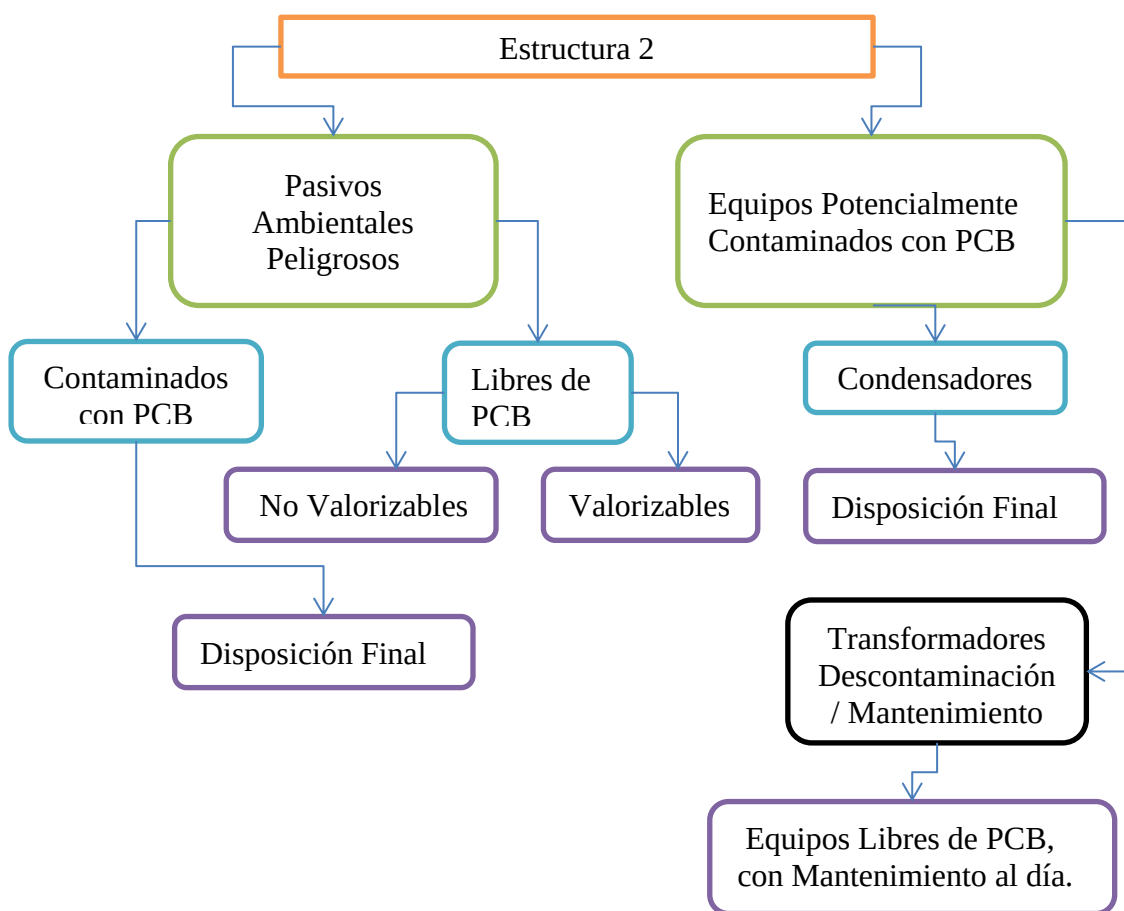


Figura 22: Resumen del Manejo Propuesto en la Estructura 2, para El Plan de Manejo de Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB para la Empresa de Ferrocarriles del Estado. EFE.

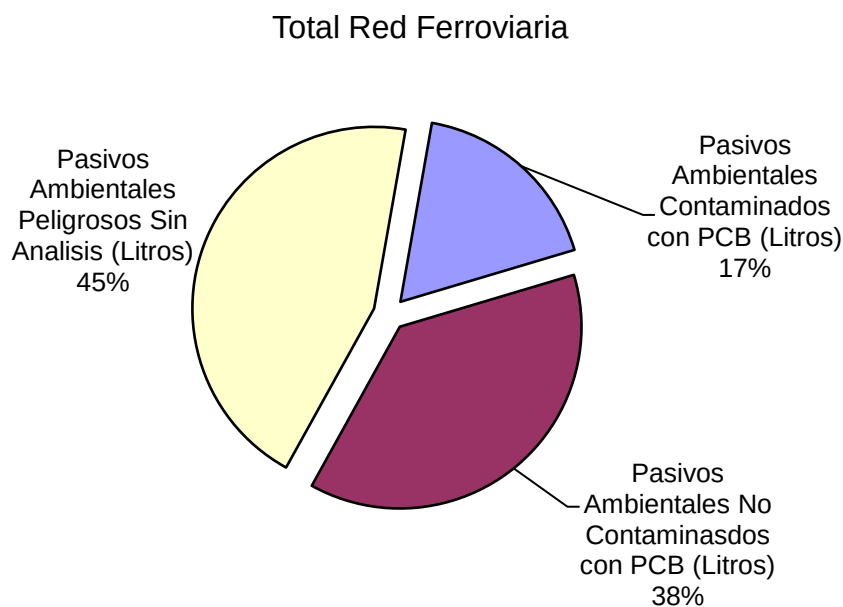
Estructura 2			
Fase	Nombre	Plazos [años]	Costo UF
1	Regularización Sexta Región	1	11 807,5
2	Regularización Séptima Región	1	8 214,18
3	Regularización Octava Región	2	35 806,86
4	Regularización Novena Región	2	21 649,38
	Total	6	77 477,92

Tabla 197 Costos Asociados a cada una de las Fases de la Estructura 1, Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB.



CAPITULO V: Análisis de Resultados.

Como primer punto del presente capítulo, se observa el estado actual de la información con respecto a los pasivos ambientales y equipos potencialmente contaminados con PCB en las SSEE de EFE. A continuación se muestra en el gráfico N° 7, con el catastro global de las características de los pasivos ambientales presentes en las Sub- Estaciones de Empresa de Ferrocarriles del Estado.

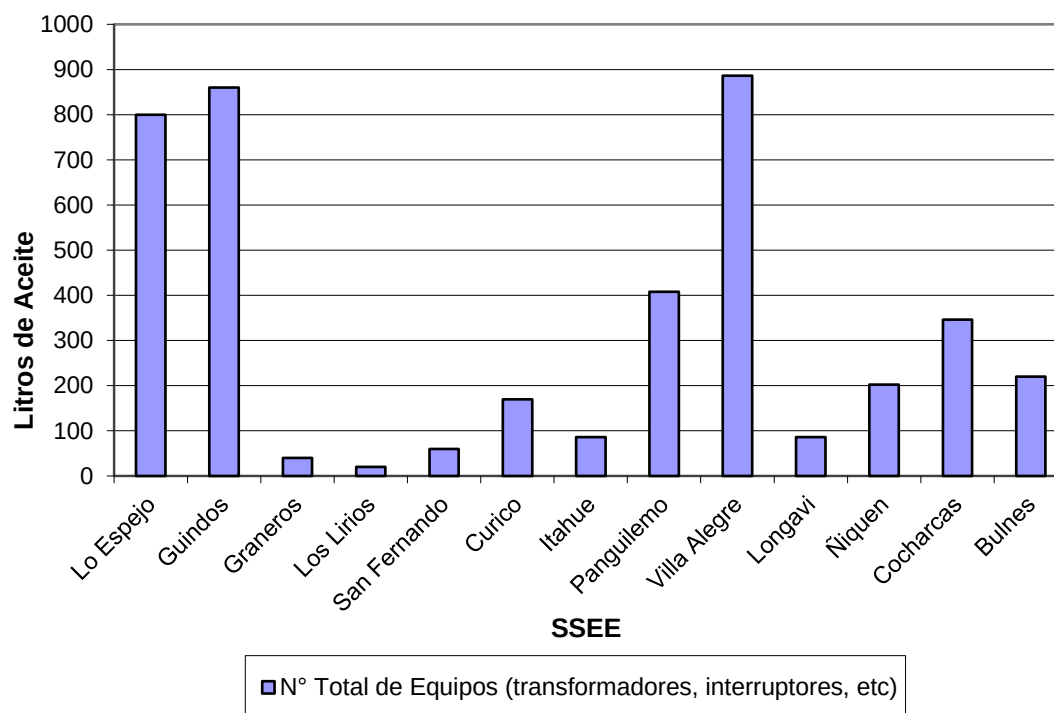


Grafica 1 Catastro Total de los Pasivos Ambientales dispuestos en las SSEE de EFE.

A continuación se observan cuatro gráficas N° 8, 9, 10 y 11, las primeras tres gráficas están basadas en los pasivos ambientales, donde es graficado el parámetro común que corresponde a la totalidad de litros de aceite dieléctrico contenido en cada uno de los equipos eléctricos (considerados pasivos ambientales) ubicados en cada SSEE, por lo tanto, las gráficas son: litros de aceite contaminados versus SSEE, litros de aceite no contaminados versus SSEE y sin análisis (potencialmente contaminados) versus SSEE, respectivamente. En la primera y segunda de las gráficas la información es obtenida a través de informes enviados por distintos laboratorios. Luego la gráfica de pasivos ambientales sin análisis versus SSEE, incluye todos los pasivos y tambores con contenido de aceite dieléctrico que potencialmente puede estar contaminado, vale decir, equipos anteriores al año 1982 y tambores sin rotulo.

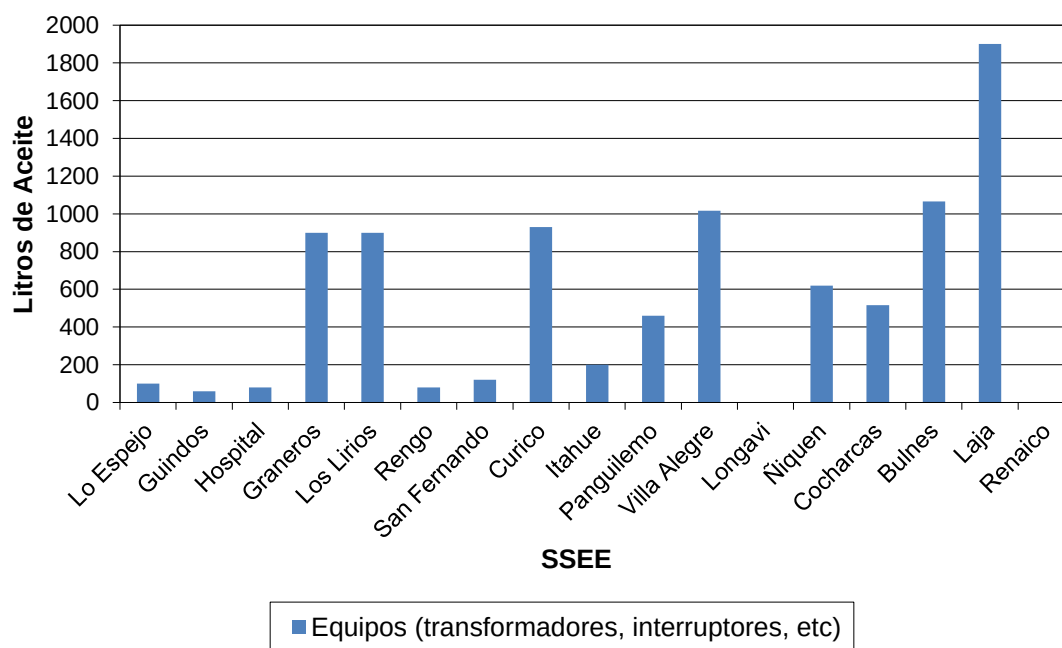


Pasivos Ambientales Contaminados con PCB



Grafica 2 Pasivos Ambientales Contaminados con PCB. Litros de Aceite Dieléctrico Contenido en Equipos Electros versus SSEE.

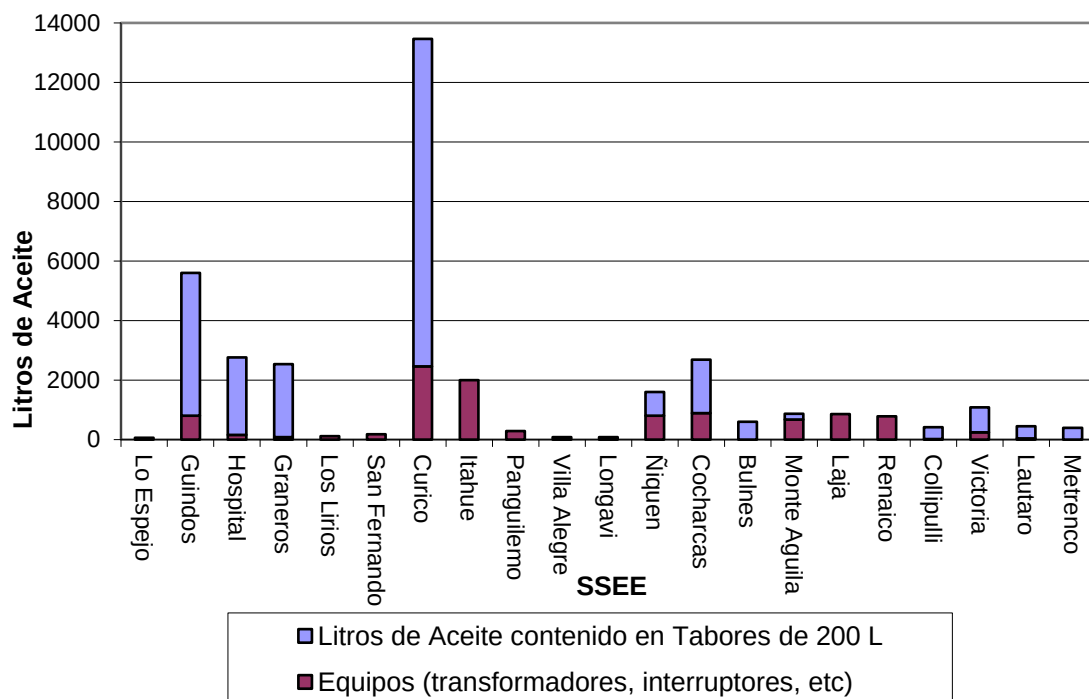
Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB



Grafica 3 Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB. Litros de Aceite Dieléctrico Contenido en Equipos Electros versus SSEE.

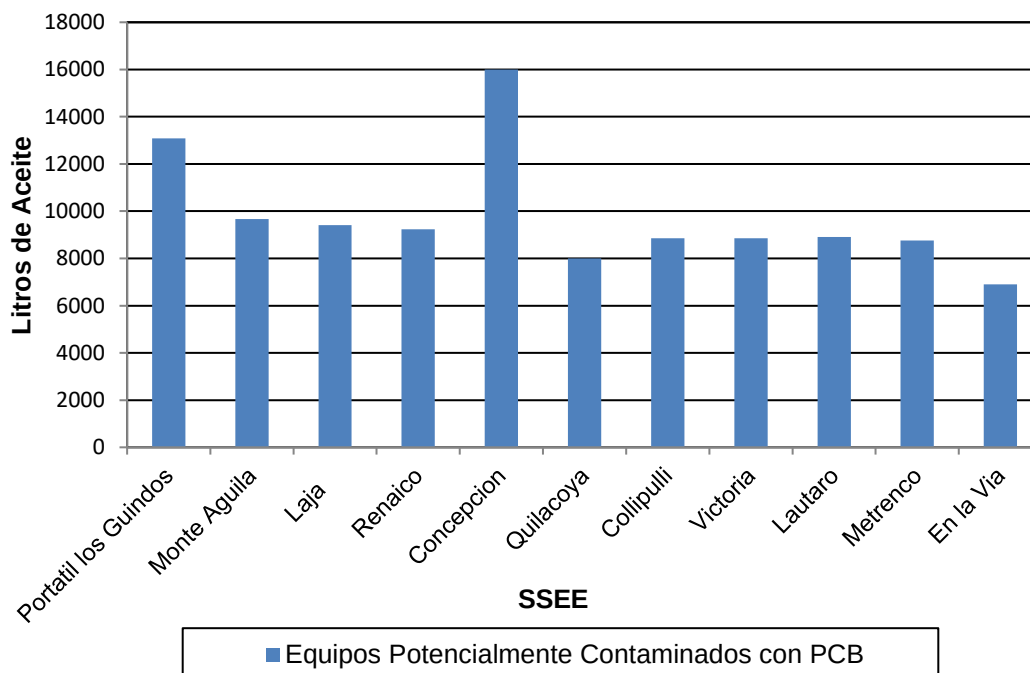


Pasivos Ambientales Peligrosos Sin Analisis



Grafica 4 Pasivos Ambientales Sin Análisis de PCB. Litros de Aceite Dieléctrico Contenido en Equipos Electros versus SSEE.

Equipos Potencialmente Contaminados con PCB



Grafica 5 Equipos Potencialmente Contaminados con PCB. Litros de Aceite Dieléctrico Contenido en Equipos Electros versus SSEE.



Análisis de las Gráficas:

Grafica N° 8: Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB.

- Solo se dispone de análisis de laboratorio dentro de las primeras 16 SSEE, donde es posible apreciar que cada SSEE tiene un máximo de 400 L de aceite dieléctrico contaminado en forma de pasivo ambiental, con una moda, vale decir, concentración de PCB más frecuente, de 252 ppm.
- La mayor cantidad de litros contaminados se encuentra en la séptima región.

Grafica N° 9: Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB.

- Dentro de esta categoría de residuos se encuentra la chatarra, la cual no se encuentra cuantificada en la gráfica anterior, por lo tanto, esta es imprecisa para apreciar la cantidad máxima de pasivos ambientales no contaminados con PCB, dentro de cada región.
- La mayoría de las SSEE tiene un rango de entre 100 y 500 Litros de aceite dieléctrico no contaminado en forma de pasivo ambiental.

Grafica N° 10: Pasivos Ambientales Peligrosos Sin Análisis de PCB.

- Dentro de la séptima región, se visualiza la mayor cantidad de litros de aceite dieléctrico sin análisis, a lo largo de todas las SSEE que comprende la red ferroviaria.
- Cada SSEE tiene un promedio de 1000 Litros de aceite dieléctrico potencialmente contaminado PCB sin análisis, en forma de pasivo ambiental.
- Una vez analizados cada uno de los pasivos involucrados en la presente gráfica, estos suman automáticamente a las gráficas anteriores dependiendo de su concentración de PCB. Por lo tanto al análisis de estos pasivos puede afectar las conclusiones citadas en las gráficas anteriores.

Grafica N° 11: Equipos Potencialmente contaminados con PCB.

- Los equipos incluidos en este análisis son, todos aquellos con fecha de fabricación anterior al año 1982 que visualmente se encontraran conectados o en condiciones de repuesto, en detalle son transformadores de poder, servicios auxiliares, corriente, voltaje y señales.
- Entre las SSEE Monte Águila y Metrenco, vale decir, entre las regiones octava y novena, se encuentra un promedio de 9000 Litros de aceite operativo potencialmente contaminado con PCB.

Finalmente, se establece el gran volumen de pasivos y equipos a tratar, lo que conlleva inevitablemente a un trabajo por etapas, fraccionado y orientado a las diferentes características que tienen tanto los pasivos como los equipos operativos.

Además se aprecia un gran volumen de incertidumbre, por lo tanto, la modelación que es a partir del peor de las situación, vale decir, que todo este contaminado con PCB, puede diferir ampliamente de la realidad, sin embargo, es apropiada para el fin que es comparar dos estructuras de manejo.



Cabe destacar, la situación de acumulación de los pasivos, el cual es sobre tierra dentro del recinto de la SSEE, que evidentemente requerirá pequeñas faenas para su movimiento, análisis del suelo producto de derrames y malas condiciones del equipo producto de oxidación y envejecimiento (conlleva equipos vacíos o con gran cantidad de agua en su interior), lo que indica costos no incluidos en el presente estudio.

Análisis de las Alternativas

El fin será evaluar cada una de las estructuras descritas y cuantificadas en los capítulos anteriores, de manera tal de concluir en una tabla donde se evidencien las principales diferencias y ventajas de cada una de ellas para finalmente proponer una como el método para el manejo de los pasivos ambientales peligrosos y equipos contaminados con PCB en las SSEE de EFE.

Cabe destacar, antes que todo, que las cifras obtener en respecto a la evaluación económica, no pueden ser utilizadas de manera exacta, ya que, aunque fueron construidas por medio de presupuestos reales, hubo que utilizarlos como referencia para lugares donde no se cotizo y además dejan elementos no considerados, que de realizarse el trabajo deberán ser costeados, por lo tanto, solo serán utilizadas a modo comparativo para visualizar las diferencias entre un tipo de manejo y otro.

Ambas alternativas contemplan en un trabajo por separado entre pasivo ambiental y equipo contaminado, sin embargo la primera estructura considera el mismo proceso de descontaminación tanto para equipos como para pasivos, lo que finalmente se refleja en una gran disminución de los costos, ya que, los pasivos contaminados con PCB se reclasifican como libres de PCB y es posible que ingresen al manejo de pasivos no contaminados, lo que indica reciclaje, y por lo tanto disminución en los costos en disposición final.

Específicamente la primera estructura, posee un mayor tiempo de ejecución, mayor cantidad de etapas, menor costo y utiliza tecnología internacional, mientras que la segunda supone menos etapas, menor tiempo de ejecución, mayor costo y se basa en empresas nacionales.

La primera alternativa incluye el proceso de descontaminación para ser utilizado tanto en equipos como en pasivos, considera tecnología internacional, por lo tanto, existe una duda razonable en lograr la operación, tanto por la documentación requerida por autoridades, como por la disponibilidad de la empresa en emprender el trabajo., mientras que la segunda alternativa contempla tecnología nacional, sin embargo, no se ha realizado de manera práctica (en territorio nacional), entonces el rango de error aumenta.

Desde el punto de vista técnico el proceso empleado por la empresa internacional SEA Marconi Latinoamericana, es bastante confiable y seguro, ya que, en el informe técnico se relata con detalle cada una de las operaciones unitarias y reacciones involucradas, además de los trabajos de descontaminación antes realizados, los títulos y patentes asociadas, etc.

En detalle las tres características más relevante de este proceso son: que trabaja a bajas temperaturas, lo que supone menor riesgo de incendio y accidentes para las personas,



que trabaja en ciclo cerrado, lo que indica un contacto mínimo con el aceite contaminado con PCB, tanto para las personas como para el ambiente circundante y que es capaz de realizar la operación tanto en equipos operativos como en pasivos, la razón de esta última característica son dos, la primera es el menor costo por litro de aceite descontaminado (con respecto a otras tecnologías) y que se utiliza el transformador como parte del proceso y el aceite contenido en ellos como disolvente del PCB adherido a las partes activas del transformador (partes porosas).

Luego el proceso empleado por Transformadores CH, si bien es una tecnología ampliamente usada en el extranjero, esta empresa nunca la ha realizado, por lo tanto, existe la duda razonable acerca de la eficacia de la propuesta. Se destaca, la trayectoria de la empresa y la seguridad del proceso al trabajar a bajas temperaturas, sin embargo es un proceso abierto, por lo cual las personas tendrán una gran exposición al aceite contaminado con PCB.

Finalmente la tecnología utilizada por transformadores CH, no puede descontaminar los pequeños transformadores de señales tipo mochila, por razones, técnicas y económicas, por lo tanto en la segunda alternativa todos los transformadores de este tipo fueron contabilizados como Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB.

Específicamente dentro de ambas alternativas tenemos Manejo de Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB, Manejo de Pasivos Ambientales Peligrosos No Contaminados con PCB, y Descontaminación y Mantenimiento Simultaneo de Equipos Contaminados con PCB. A continuación en la tabla N° 199, se comparan las estructuras 1 y 2 para cada tipo de manejo.

ESTRUCTURA 1	ESTRUCTURA 2
Manejo Pasivos Ambientales Peligrosos Contaminados con PCB.	
• Está enfocada a la valorización de los pasivos, utilizado procesos de descontaminación y reciclaje en su gestión, disminuyendo emisiones contaminantes a la atmosfera y residuos sólidos. • Mayor tiempo en su gestión. • Mayor probabilidad de duda, en la valorización de los pasivos. • Mayor ingeniería. • Tecnología Internacional. • Menor Costo	• Está enfocada a la rapidez y simpleza del manejo de pasivos, aumentando las emisiones contaminantes a la atmosfera. • Menor tiempo en su gestión. • Certeza en el procedimiento. • Menor ingeniería. • Tecnología Nacional (solo una empresa en Chile). • Mayor Costo.



ESTRUCTURA 1	ESTRUCTURA 2
Manejo Pasivos Ambientales No Contaminados con PCB.	
Ambas alternativas incluyen el mismo tipo de manejo, a continuación se indican las características más importantes. • Está enfocada a la valorización de los pasivos, utilizado procesos de reciclaje en su gestión, disminuyendo emisiones contaminantes a la atmosfera y residuos sólidos. • Lo más relevante de usar el enfoque anterior, es que se pudo demostrar cuantitativamente que el manejo de este tipo de pasivos puede ser auto gestionable, vale decir, que dada la valorización del metal contenido en los transformadores y el envío gratuito del aceite dieléctrico no contaminado contenido en ellos, no es necesario invertir en disposición final de las partes no valorizables de los equipos, como lo son los aisladores, sin embargo las empresas citadas en el estudio, dedicadas a este tipo de reciclaje, solo tenían operaciones en Santiago, por lo tanto, desde la séptima región en adelante, el costo asociado al transporte de estos pasivos es superior a su valorización, pero menor al valor de su disposición final. En consecuencia es necesario investigar empresas dedicadas al reciclaje de chatarra y aceite con autorización para desmantelar transformadores en las regiones: séptima, octava y novena; de esta manera su manejo será costado por su valorización.	
Manejo Pasivos Ambientales Sin Análisis de PCB.	
Ambas alternativas incluyen el mismo tipo de manejo: • Muestreo y análisis de cada pasivo potencialmente contaminado con PCB. • Clasificación como “Contaminado o Libre de PCB”, para entrar respectivamente en manejo de pasivos contaminados con PCB o No contaminados.	
Manejo de Equipos Potencialmente contaminados con PCB	
• El manejo en esta estructura aplica a todos los transformadores potencialmente contaminados con PCB, ya que, el proceso asociado es flexible para cualquier tipo y tamaño de equipo, como también sus costos son comparables a los de mantenimiento. • Proceso seguro para las personas y medio ambiente, por trabajar en ciclo cerrado desde y con el transformador el cual puede seguir operativo durante su intervención. • Tecnología Internacional • Menor costo.	• El manejo de acuerdo a esta alternativa, solo incluye a los transformadores de poder y auxiliares que se encuentren contaminados, ya que, aunque posee también el efecto de mantenimiento por mejorar las propiedades dieléctricas del aceite, sus costos son mucho mayores, a los asociados a mantenimiento. • Proceso en el cual es necesario el movimiento de aceite desde estanques hasta unidad descontaminadora y transformador, por lo que supone un riesgo mayor y no es posible continuar con el transformador operativo mientras se realiza la intervención. • Tecnología Nacional • Mayor Costo.

Tabla 198 Principales Características Estructura 1 y 2 para el Plan de Manejo para Pasivos Ambientales y Equipos Potencialmente Contaminados con PCB.

Con respecto a los costos para comparar ambas estructuras, cabe destacar los aspectos no considerados:

Con Respecto a los Pasivos Ambientales Peligrosos:

Se consideró una cotización referencial para equipos contaminados ubicados dentro de las regiones metropolitana y sexta, por lo tanto para todos los equipos



ubicados en las regiones séptima, octava y novena, se extrapoló tal presupuesto. Lo mismo ocurre para el análisis del transporte de los pasivos, ya sean contaminados o no con PCB.

No se consideraron los costos de acondicionamiento ni de los equipos para su transporte.

Con respecto a los valores ofrecidos por las empresas de reciclaje, estos están sujetos a cambios de acuerdo a las mismas.

No se consideraron costos administrativos de documentación ni remuneraciones.

Con Respecto a los Equipos Contaminados con PCB.

La Empresa seleccionada para la descontaminación y mantenimiento simultaneo de los equipos que resulten contaminados con PCB, entrego un presupuesto en el cual no se consideraron los siguientes aspectos:

No se consideraron costos administrativos de documentación, ni de ambientación territorial para el trabajo en las SSEE.

Por último, a modo de recomendación, es necesario luego de realizar el manejo de los pasivos ambientales señalados en el presente estudio, realizar una prueba para determinar la concentración de PCB presente en el suelo (tierra), ya que, la mayoría de los equipos almacenados sobre esta presenta filtraciones, es por ello también, que todo el análisis económico desarrollado en el capítulo anterior está sujeto a cambios, pues se realizó bajo el supuesto de manejar todo el aceite contenido en los diferentes equipos. Luego de acuerdo a los resultados obtenidos en dichas pruebas, será necesario o no realizar una remediación de los terrenos contaminados. (la legislación chilena establece como contaminado cualquier material, sea tierra, hormigón, metal, madera, cartón, etc. Que en el análisis demuestre una concentración mayor a 50 ppm de PCB).



CONCLUSIONES

El presente estudio concluye en la propuesta de un Plan de Manejo para los Pasivos Ambientales Peligrosos y Equipos Contaminados con PCB dentro de las Subestaciones Eléctricas de la Empresa de Ferrocarriles del Estado, de acuerdo a lo anterior el Plan de manejo seleccionado es el que esta articulado según la estructura uno, brevemente consiste en descontaminar, mediante tecnología internacional (Argentina), los pasivos contaminados con PCB y luego dar un manejo de igual forma que a los pasivos no contaminados donde el reciclaje es el fin último. Con respecto a los equipos potencialmente contaminados con PCB, se contempla la intervención de todos, pues la tecnología empleada para descontaminar es también un muy buen método de mantenimiento y finalmente con los condensadores, dada su alta concentración de PCB, es necesario disponerlos en el extranjero, en países autorizados para su incineración, operación normada por el Convenio de Basilea y ejecutada por una única empresa en el país (HIDRONOR).

Con respecto al análisis cuantitativo de las existencias de EFE, relacionado con el manejo de que se debe dar a cada grupo, considerando si están o no contaminadas con PCB, se puede concluir lo siguiente: los pasivos ambientales contaminados con PCB, deben tener un manejo especial, es costoso y requiere de permisos especiales e ingeniería aplicada a las reacciones de deshalogenización de partículas de PCB. Luego los pasivos ambientales no contaminados, manejados a través de empresas dedicadas al reciclaje de las partes útiles del transformador como lo son el fierro y el aceite dieléctrico, hacen de que estos pasivos sean en gran medida auto-gestionables, como se puede apreciar cuantitativamente en la sexta región, sin embargo en regiones más alejadas de la Metropolitana es el costo de transporte lo que encarece el manejo, por lo tanto es necesario investigar empresas dedicadas al reciclaje de transformadores en las regiones séptima, octava y novena; de esta manera nos acercaremos mucho a la autogestión de estos residuos.

Finalmente, existe la duda razonable de llevar a cabo la homologación de permisos y autorizaciones para la incorporación en territorio nacional de la unidad descontaminadora desde Argentina, sin embargo, técnicamente este proceso es más seguro que el ofrecido por las empresas nacionales, por lo tanto, al ser tan elevados los costos y riesgos de la tecnología nacional, es criterioso elegir la propuesta internacional. Sin embargo, estos costos no son certeros, ya que, ambos no consideran una serie de requerimientos necesarios antes de empezar el trabajo como lo es la tramitación de permisos, costo de personal, costos de carguío de camiones, etc., la única función de cuantificar las estructuras fue otorgar una comparación y cifras significativas de los costos asociados a un Plan de Manejo de Pasivos Ambientales y Equipos Contaminados con PCB.



CAPITULO VI: Referencias.

- Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos. Fichas Temáticas Tomo II. Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe. 2005.
- Declaración de Impacto Ambiental, RCA Favorable. Empresa Bravo Energy Chile S. A. Proyecto: Transporte de Plaguicidas y Artefactos Contaminados con Bifenilospoliclorados PCB.
- Directrices Técnicas para la Gestión Ambientalmente Racional de desechos consistentes en PCB, PCT, PBB, que los contengan o están contaminados con ellos. United Nations Environment Programme.
http://www.basel.int/techmatters/pcbs/pcbs_guid_final-s.pdf
- Plan Nacional de Implementación para la Gestión de los Contaminantes Orgánicos Persistentes COPs en Chile. Gobierno de Chile. Comisión Nacional del Medio Ambiente Fase I 2006- 2010.
- Banco Central www.bancocentral.cl.



CAPITULO VII: Anexos.