

Tabla de contenido

1	Introducción	1
1.1	Antecedentes	1
1.1.1	Los residuos	1
1.1.2	Residuos sólidos en Chile	2
1.1.3	Estado de la política de residuos en Chile	4
1.1.4	Definición del caso	7
1.2	Objetivos	11
2	Diagnóstico del caso	12
2.1	Residuos sólidos en la comuna de Cochamó	12
2.2	Efectos directos observados	14
2.3	Análisis del contexto	16
2.4	Identificación del problema	17
3	Gestión de residuos sólidos	20
3.1	Alternativas de tratamiento final de residuos	20
3.2	Alternativas de recolección y transporte de residuos	21
4	Caso Base	24
5	Selección de alternativas	26
5.1	Selección de tecnologías de tratamiento de residuos	28
5.2	Selección de logística de recolección y transporte	29
5.3	Descripción de alternativas	30
5.3.1	Alternativa 1:	31
5.3.2	Alternativa 2:	31
5.3.3	Alternativa 3:	32
6	Proceso de gestión de residuos	34
7	Resultados	36
7.1	Dimensionamiento de equipamiento e infraestructura	36
7.1.1	Alternativa 1	37
7.1.2	Alternativa 2	37
7.1.3	Alternativa 3	40
7.1.4	Discusiones	42
7.2	Cálculo de logística de transporte	42
7.2.1	Alternativa 1	44
7.2.2	Alternativa 2	44
7.2.3	Alternativa 3	46
7.2.4	Discusiones	48
8	Estructura organizacional	51
9	Evaluación ambiental	53
10	Evaluación económica	57
10.1	Análisis de costos sociales	57
10.2	Discusiones	61
10.3	Fuente de financiamiento	63
11	Discusiones y recomendación	64

11.1	Elección de la alternativa	64
11.2	Análisis del proyecto escogido.....	65
11.2.1	Beneficios	65
11.2.2	Consideraciones.....	65
11.2.3	Contexto nacional.....	66
12	Conclusiones	68
13	Bibliografía	70
14	Anexo.....	75
A.	Disposición de RSD en relleno sanitario La Laja	75
B.	Cobertura de recolección de RSD	75
C.	Producción per cápita de RSD.....	76
D.	Árbol de decisiones	77
E.	Tasa de crecimiento anual de la población	78
F.	Caso Base.....	78
G.	Generación por tipo de material y por zona.....	80
H.	Método de resolución	82
I.	Balances de masa	84
J.	Dimensionamiento equipamiento e infraestructura Alternativa 1.....	90
K.	Dimensionamiento equipamiento e infraestructura Alternativa 2	91
L.	Dimensionamiento equipamiento e infraestructura Alternativa 3	96
M.	Logística de transporte	98
N.	Evaluación ambiental.....	99
O.	Evaluación económica	99
P.	Cotizaciones.....	112

Índice de Tablas

Tabla 1: Composición de los residuos sólidos municipales generados en 2009.....	3
Tabla 2: Análisis FODA	16
Tabla 3: Caso base	24
Tabla 4: Generación por tipo de material y por zona (CBI)	25
Tabla 5: Generación por tipo de material y por zona (CBO)	25
Tabla 6: División de materiales para la venta	35
Tabla 7: Generación de RSD y reciclables por zona (CBI).....	36
Tabla 8: Capacidad camiones.....	37
Tabla 9: Capacidad volumétrica contenedores (Alternativa 1).....	37
Tabla 10: Capacidad volumétrica contenedores (Alternativa 2)	38
Tabla 11: Dimensiones componentes Centro Acopio Cochamó.....	38
Tabla 12: Dimensiones componentes Centro de Acopio Llanada Grande.....	39
Tabla 13: Capacidad volumétrica contenedores Alternativa 3.....	40
Tabla 14: Dimensiones componentes Centro de Acopio Cochamó.....	41
Tabla 15: Flujo de RSD y reciclables por zona (CBO).....	43
Tabla 16: Logística de transporte (Alternativa 1).....	44
Tabla 17: Frecuencia viajes (Alternativa 2)	44
Tabla 18: Eficiencia camión (Alternativa 2)	45
Tabla 19: Viajes anuales (Alternativa 2).....	45
Tabla 20: Distancia anual recorrida (Alternativa 2)	46
Tabla 21: Frecuencia viajes (Alternativa 3)	46
Tabla 22: Eficiencia camión (Alternativa 3)	47
Tabla 23: Viajes anuales (Alternativa 3).....	47
Tabla 24: Distancia anual recorrida (Alternativa 3)	48
Tabla 25: Resumen distancia recorrida.....	48
Tabla 26: Potencial de Calentamiento Global (Alternativa 2)	54
Tabla 27: Potencial de Calentamiento Global (Alternativa 3)	55
Tabla 28: Resumen Potencial de Calentamiento Global.....	55
Tabla 29: Inversión.....	57
Tabla 30: Costos de operación.....	57
Tabla 31: Ingresos	58
Tabla 32: Componentes flujo de caja	58
Tabla 33: Indicadores económicos Alternativa 2.....	59
Tabla 34: Indicadores económicos Alternativa 3.....	59
Tabla 35: Resumen VANS	61
Tabla 36: Resumen resultados (30% a reciclar).....	64
Tabla 37: Masa de residuos dispuestos en relleno sanitario.....	75
Tabla 38: Distribución de la población por agrupación habitacional.	75
Tabla 39: Tasa de crecimiento de población de la comuna de Cochamó.....	78
Tabla 40: Generación RSD 2017-2027 en la comuna de Cochamó (CBI).....	79
Tabla 41: Generación RSD 2017-2027 en la comuna de Cochamó (CBO).....	80
Tabla 42: Cálculo composición másica de residuos.....	81
Tabla 43: Proporción de habitantes por zona.....	81
Tabla 44: Generación de residuos por zona (CBI)	81

Tabla 45: Generación de residuos (CBI)	81
Tabla 46: Generación de residuos por zona (CBO)	82
Tabla 47: Generación de residuos (CBO)	82
Tabla 48: Flujo de residuos posibles de tratar (CBI).....	84
Tabla 49: Flujo de RSD y reciclables por zona (CBI/60%).....	86
Tabla 50: Flujo de residuos posibles de tratar (CBO)	86
Tabla 51: Flujo de RSD y reciclables por zona (CBO/10%).....	88
Tabla 52: Flujo de RSD y reciclables por zona (CBO/20%).....	88
Tabla 53: Flujo de RSD y reciclables por zona (CBO/30%).....	88
Tabla 54: Flujo de RSD y reciclables por zona (CBO/40%).....	89
Tabla 55: Flujo de RSD y reciclables por zona (CBO/50%).....	89
Tabla 56: Flujo de RSD y reciclables por zona (CBO/60%).....	89
Tabla 57: Densidad de los residuos	90
Tabla 58: Superficie programas Centro de Acopio Cochamó (Alternativa 2)	94
Tabla 59: Superficie programas Centro de Acopio Llanada Grande (Alternativa 2)	95
Tabla 60: Superficie programas Centro de Acopio Cochamó (Alternativa 3)	98
Tabla 61: Distancia por viaje Alternativa 2	98
Tabla 62: Distancia por viaje Alternativa 3	99
Tabla 63: Factores de emisión	99
Tabla 64: Parámetros de corrección a precios sociales.....	100
Tabla 65: Inversión Alternativa 1	100
Tabla 66: Inversión Alternativa 2	100
Tabla 67: Inversión Alternativa 3	101
Tabla 68: Costos operacionales Alternativa 1.....	102
Tabla 69: Costos operacionales Alternativa 2.....	102
Tabla 70: Costos operacionales Alternativa 3.....	103
Tabla 71: Ingreso por ventas.....	104
Tabla 72: Flujo de caja del año 0 al 6 en [CLP] Alternativa 1	105
Tabla 73: Flujo de caja del año 7 al 13 en [CLP] Alternativa 1.....	105
Tabla 74: Flujo de caja del año 14 al 20 en [CLP] Alternativa 1	106
Tabla 75: Flujo de caja del año 0 al 6 en [CLP] Alternativa 2	106
Tabla 76: Flujo de caja del año 7 al 13 en [CLP] Alternativa 2.....	107
Tabla 77: Flujo de caja del año 14 al 20 en [CLP] Alternativa 2	107
Tabla 78: Flujo de caja del año 0 al 6 en [CLP] Alternativa 3	108
Tabla 79: Flujo de caja del año 7 al 13 en [CLP] Alternativa 3.....	108
Tabla 80: Flujo de caja del año 14 al 20 en [CLP] Alternativa 3	109

Índice de Figuras

Figura 1: Generación de residuos sólidos municipales.	3
Figura 2: Jerarquía en el manejo de los residuos.	5
Figura 3: Mapa de la comuna de Cochamó.	8
Figura 4: Sectores de la comuna de Cochamó.	9
Figura 5: Disposición de RSD de la comuna de Cochamó en relleno sanitario La Laja.	12
Figura 6: Camión recolector de basura y estación de descarte.	13
Figura 7: Microbasural en sector cordillerano.	14
Figura 8: Iniciativa de segregación de residuos en el hogar.	15
Figura 9: Árbol de Causas-Efectos.	17
Figura 10: Árbol de Medios-Fines.	18
Figura 11: Punto verde.	22
Figura 12: Punto limpio.	22
Figura 13: Centro de acopio.	22
Figura 14: Estación de transferencia.	23
Figura 15: Planta de separación mecanizada.	23
Figura 17: Opción escogida para el tratamiento de residuos.	28
Figura 18: Logística de recolección y transporte de residuos Alternativa 1.	31
Figura 19: Logística de recolección y transporte de residuos Alternativa 2.	32
Figura 20: Logística de recolección y transporte de residuos Alternativa 3.	33
Figura 21: Diagrama de entradas y salidas.	34
Figura 22: Diagrama de flujo simple.	34
Figura 23: Diagrama de bloques del proceso.	35
Figura 24: Diagrama espacial CA Cochamó Alternativa 2.	39
Figura 25: Diagrama espacial CA Llanada Grande Alternativa 2.	40
Figura 26: Diagrama espacial Centro de Acopio Cochamó Alternativa 3.	41
Figura 27: Distancia anual recorrida (Alternativa 2).	46
Figura 28: Distancia anual recorrida (Alternativa 3).	48
Figura 29: Organigrama alternativa 1.	51
Figura 30: Organigrama alternativa 2.	52
Figura 31: Organigrama alternativa 3.	52
Figura 32: Proceso global del reciclaje.	53
Figura 33: Potencial de Calentamiento Global por actividad (Alternativa 2).	54
Figura 34: Potencial de Calentamiento Global por actividad (Alternativa 3).	55
Figura 35: Valor Actual de Costos.	59
Figura 36: Costo por Tonelada Tratada.	60
Figura 37: Valor Actual Neto Social.	60
Figura 38: Valor Actual Neto Social sensibilizado.	61
Figura 39: Árbol de decisiones.	77
Figura 40: Diagrama de flujos (CBI/60%).	85
Figura 41: Diagrama de flujos (CBO).	87
Figura 42: Acumulación de reciclables en CA Cochamó (Alternativa 2).	92
Figura 43: Acumulación de material descartado CA Cochamó (Alternativa 2).	92
Figura 44: Acumulación de reciclables en CA Llanada Grande (Alternativa 2).	94
Figura 45: Acumulación de material descartado CA Llanada Grande (Alternativa 2).	95

Figura 46: Acumulación de reciclables en CA Cochamó (Alternativa 3).....	96
Figura 47: Acumulación de material descartado CA Cochamó (Alternativa 3).....	97
Figura 48: Acumulación de RSD CA Cochamó (Alternativa 3).....	97