

Tabla de contenido

Índice de figuras	x
Índice de tablas	xiii
1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Valorización de residuos	2
1.3. Tratamiento de aguas residuales y generación de lodos.....	3
1.3.1. Lodos residuales.....	3
1.4. Incineración.....	4
1.4.1. Proceso	4
1.4.2. Coincineración	6
1.5. Thermylis®	7
1.6. Descripción del proyecto	11
1.7. Objetivos	12
1.7.1. Objetivo general	12
1.7.2. Objetivos específicos	12
2. Casos de estudio	13
2.1. Límite de batería	18
3. Evaluación técnica	19
3.1. Reactor	20
3.2. Precalentador.....	25
3.3. Unidad de recuperación de calor residual	27
3.4. Turbina	28
3.5. Torre de lavado	29
3.6. <i>Scrubber venturi</i>	31
3.7. Recalentador de gases	32
3.8. Síntesis dimensionamientos	32
3.9. Eficiencia del proceso.....	34
3.10. Emisiones	34
3.10.1. Emisiones sólidas	34
3.10.2. Emisiones líquidas.....	35
3.10.3. Emisiones gaseosas.....	35

3.11.	Discusiones.....	37
3.11.1.	Balances de masa y dimensionamientos	37
3.11.2.	Eficiencia y emisiones del proceso	39
4.	Evaluación económica	41
4.1.	Modelo de negocio	41
4.2.	Ingresos	42
4.3.	CAPEX	43
4.4.	OPEX.....	44
4.5.	Flujo de caja	47
4.6.	Análisis de sensibilidad	48
4.7.	Discusiones.....	50
5.	Evaluación ambiental	52
5.1.	Potencial de calentamiento global.....	52
5.2.	Generación de lixiviados	54
5.3.	Terreno utilizado	55
5.4.	Discusiones.....	57
6.	Discusiones generales	59
7.	Conclusiones	60
	Glosario.....	62
	Nomenclatura	63
	Letras griegas	65
	Subíndices	65
	Bibliografía.....	67
	Anexos	74
A.	Alternativas de tratamiento de lodos residuales.....	75
B.	PTAS por región.....	76
B.1.	PTAS Región Metropolitana de Santiago	76
B.2.	PTAS VI Región del Libertador General Bernardo O’Higgins.....	77
B.3.	PTAS VIII Región del Biobío	78
C.	Casos de estudio.....	80
C.1.	Caso 1: Región Metropolitana – Gran Santiago	80
C.1.1.	PTAS La Farfana.....	80
C.1.2.	PTAS El Trebal	80

C.1.3.	Centro Integral de Gestión de Biosólidos El Rital	80
C.1.4.	Análisis lodo	81
C.1.5.	Escenarios	82
C.2.	Caso 2: Región de O'Higgins – Rancagua y alrededores	82
C.2.1.	PTAS Rancagua.....	82
C.2.2.	PTAS Rengo	83
C.2.3.	PTAS San Fernando	83
C.2.4.	PTAS Santa Cruz	83
C.2.5.	Destino actual del lodo	83
C.2.6.	Análisis lodo	84
C.2.7.	Escenarios	84
C.3.	Caso 3: Región del Biobío – Gran Concepción y alrededores	85
C.3.1.	PTAS Gran Concepción.....	85
C.3.2.	PTAS Chillán	85
C.3.3.	PTAS Los Ángeles	86
C.3.4.	Análisis lodo	86
C.3.5.	Escenarios	87
D.	Coalimentaciones	88
D.1.	Plásticos (PP, LDPE, PS)	88
D.2.	Biomasa celulósica proveniente de residuos del sector forestal.....	88
E.	Balances de masa global	90
E.1.	Caso 1a	90
E.2.	Caso 1b.....	92
E.3.	Caso 2a	94
E.4.	Caso 2b.....	96
E.5.	Caso 3a	98
E.6.	Caso 3b.....	100
E.7.	Caso 3c	102
F.	Reactor	104
F.1.	Velocidad mínima de fluidización	104
F.2.	Resultados volatilización	105
F.3.	Modelo de núcleo sin reaccionar para partículas esféricas de tamaño constante	106
F.4.	Balace de masa y dimensionamiento	108

F.4.1.	Datos y supuestos	108
F.4.2.	Balances de masa.....	109
F.4.3.	Dimensionamiento.....	111
F.4.4.	Códigos modelo	111
F.4.5.	Resultados modelo	115
G.	Precaentador.....	144
G.1.	Datos	144
G.2.	Temperatura de entrada del aire de fluidización	145
G.3.	Dimensionamiento.....	146
H.	Unidad de recuperación de calor residual.....	150
H.1.	Datos	150
H.2.	Flujo de vapor	151
H.3.	Dimensionamiento.....	153
I.	Turbina	156
J.	Torre de lavado	158
J.1.	Datos	158
J.2.	Flujo de agua	158
J.3.	Dimensionamiento.....	159
K.	<i>Scrubber venturi</i>	166
K.1.	Datos	166
K.2.	Flujo de agua	166
K.3.	Velocidad en la garganta.....	167
K.4.	Dimensionamiento.....	168
K.5.	Eficiencia de recolección.....	168
L.	Recalentador de gases	171
L.1.	Datos	171
L.2.	Temperatura de salida de los gases tratados	171
L.3.	Dimensionamiento.....	172
M.	Residuos generados al incluir el tratamiento de RILes propuesto	174
N.	Ahorro por no disponer	175
O.	CAPEX	178
P.	OPEX.....	180
Q.	Flujo de caja	182

Q.1.	Caso 1 – Sanitaria	183
Q.2.	Caso 1 – Empresa privada	185
Q.3.	Caso 2 – Sanitaria	187
Q.4.	Caso 2 – Empresa privada	189
Q.5.	Caso 3 – Sanitaria	191
Q.6.	Caso 3 – Empresa privada	193
R.	Análisis de Sensibilidad	195
R.1.	Caso 1	195
R.2.	Caso 2	196
R.3.	Caso 3	197
S.	Potencial de calentamiento global	198
S.1.	Disposición de residuos.....	198
S.2.	Transporte de residuos	198