

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Introducción	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo general	2
1.2.2. Objetivos específicos	2
1.3. Alcances	2
2. Antecedentes	3
2.1. Hidrógeno verde	3
2.2. Generación	4
2.2.1. Procesos termoquímicos:	4
2.2.1.1. Reformación de gas natural con vapor de agua	4
2.2.1.2. Oxidación parcial de hidrocarburos	4
2.2.1.3. Gasificación del carbón	5
2.2.2. Electrólisis	6
2.2.2.1. Electrolizadores	7
2.2.3. Otros procesos	10
2.3. Almacenamiento	11
2.3.1. Hidrógeno gaseoso comprimido	11
2.3.2. Hidrógeno líquido	12
2.3.3. Otros métodos	13
2.3.4. Tipos de almacenamiento	14
2.4. Aplicaciones - Transporte	16
2.4.1. Vehículos con celdas de combustible	17
2.4.2. Estaciones de repostaje	19
2.5. Energía Primaria y Generación	21
2.6. Actividades que involucren transporte	23
2.6.1. Grupo EFE	23
2.6.2. Courier Chilexpress	24
2.6.3. Servicio de mensajería Correos de Chile	25
3. Metodología	26
4. Selección y dimensionamiento del sistema	27
4.1. Elección de actividad y dimensionamiento de flota:	27
4.1.1. Rubro	27
4.1.2. Flota y demanda	28
4.2. Energía primaria y zona para la generación	30

4.2.1.	Terreno.....	30
4.2.2.	Recurso solar de la zona.....	32
4.2.3.	Dimensionamiento de la planta FV.....	32
4.3.	Planta de generación de hidrógeno.....	36
4.3.1.	Zona para la planta de combustible.....	36
4.3.2.	Equipo electrolizador.....	37
4.3.3.	Equipos auxiliares PEM.....	37
4.3.3.1.	Estanque agua de alimentación.....	37
4.3.3.2.	Bomba de alimentación.....	38
4.3.3.3.	Calentador.....	39
4.3.4.	Mercado PEM + Equipos Auxiliares.....	39
4.4.	Sistemas de compresión, refrigeración y almacenamiento.....	41
4.4.1.	Compresión hasta 450 bar.....	41
4.4.1.1.	Etapas de compresión.....	41
4.4.1.2.	Refrigeración 450 bar.....	43
4.4.1.3.	Almacenamiento 450 bar.....	45
4.4.1.4.	Bomba y torre de refrigeración.....	46
4.4.2.	Compresión hasta 200 bar.....	48
4.4.2.1.	Etapas de compresión.....	48
4.4.2.2.	Refrigeración 200 bar.....	48
4.4.2.3.	Almacenamiento 200 bar.....	50
4.4.2.4.	Bomba y torre de refrigeración.....	50
4.5.	Hidrogenera.....	51
4.6.	Potencia total de los sistemas.....	52
5.	Estimación de costos	53
5.1.	CAPEX.....	53
5.1.1.	Planta PEM	53
5.1.2.	Planta fotovoltaica	54
5.1.3.	Almacenamiento	54
5.1.4.	Estación de servicio, hidrogenera	55
5.1.5.	Total CAPEX	55
5.2.	OPEX	56
5.2.1.	Suministro de agua	56
5.2.2.	Transmisión eléctrica	57
5.2.3.	Mantenimiento	57
5.2.4.	Seguros	58
5.2.5.	Total OPEX	58
5.3.	Costo Nivelado del Hidrógeno, LCOH.....	60
6.	Discusión	61
7.	Conclusiones	64
	Bibliografía	66
	Anexos	68

Anexo A.	68
A.1. Curva de operación Torre de enfriamiento 200 [bar]	68
A.2. Curva de operación Torre de enfriamiento 450 [bar]	69
Anexo B.	70
B.1. Código EES compresión 200 [bar].....	70
B.2. Código EES compresión 450 [bar].....	73