

# Tabla de Contenido

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Motivación y Antecedentes . . . . .	1
1.2. Descripción del problema . . . . .	3
1.3. Objetivos . . . . .	4
1.3.1. Objetivos específicos . . . . .	5
<b>2. Marco Teórico y Estado del Arte</b>	<b>6</b>
2.1. Sobre el hidrógeno como combustible . . . . .	6
2.2. Formas de obtención de hidrógeno . . . . .	7
2.3. Almacenamiento de hidrógeno . . . . .	10
2.3.1. Cavernas de Sal - Underground Storage . . . . .	11
2.3.2. Metanización - Power to Gas . . . . .	13
<b>3. Metodología y Aportes del trabajo de memoria</b>	<b>15</b>
3.1. Formalización del problema . . . . .	15
3.2. Resultados Esperables . . . . .	16
<b>4. Planteamiento del problema a trabajar</b>	<b>18</b>
4.1. Modelo y trabajo a realizar . . . . .	18
4.1.1. Modelamiento de la dinámica de la caverna de sal . . . . .	19
4.2. Modelo Simplificado . . . . .	22
4.3. Restricciones de Exportaciones de Hidrógeno . . . . .	23
4.4. Modelo de expansión de electrolizadores y celdas de combustibles . . . . .	24
4.5. Función objetivo . . . . .	25
<b>5. Modelo Utilizado proporcionado por SPEC</b>	<b>27</b>
5.1. Importación de resultados . . . . .	28
5.2. Modelo de expansión . . . . .	31
5.3. Exportación de Resultados . . . . .	32
<b>6. Caso Reducido</b>	<b>34</b>
6.1. Nodos y líneas de transmisión disponibles . . . . .	34
6.2. Tecnologías disponibles de generación . . . . .	35
6.3. Almacenamiento de energía . . . . .	36
6.4. Bloques Horarios . . . . .	37
6.5. Demanda . . . . .	37
6.6. Electrolizadores y celdas de combustibles Aplicados . . . . .	38

<b>7. Resultados Caso Reducido</b>	<b>40</b>
7.1. Análisis de anualidad del CAPEX y condiciones de generación . . . . .	40
7.1.0.1. Esquema de pagos del electrolizador . . . . .	41
7.1.0.2. Esquema de pagos celda de combustible . . . . .	43
7.1.1. Inconvenientes a considerar . . . . .	44
7.2. Funcionamiento de la exportación de hidrógeno . . . . .	44
7.3. Análisis del almacenamiento de Hidrógeno . . . . .	49
7.4. Funcionamiento compartido de Almacenamiento y Exportación . . . . .	54
7.5. Análisis de primeros resultados . . . . .	56
7.5.1. Análisis de las exportaciones de hidrógeno . . . . .	57
7.5.2. Análisis del Almacenamiento y Consumo de Hidrógeno . . . . .	57
7.5.3. Operación compartida de almacenamiento y exportación . . . . .	58
7.5.4. Conclusiones generales del caso reducido . . . . .	60
<b>8. Construcción del caso multinodal (Año 2030)</b>	<b>62</b>
8.1. Parámetros aplicados en el caso de estudio . . . . .	62
8.2. Adición del modelo de despacho . . . . .	67
8.2.1. Detalles a considerar del Modelo de Despacho . . . . .	69
8.3. Simulaciones del caso Multinodal . . . . .	70
8.3.1. Proyecciones de Costos de Inversión . . . . .	71
8.4. Resultados de Exportación . . . . .	73
8.5. Resultados de Almacenamiento . . . . .	77
8.6. Resultados de Operación Compartida . . . . .	80
<b>9. Análisis de los Resultados (Caso Multinodal)</b>	<b>82</b>
9.1. Análisis de Casos de Exportación . . . . .	82
9.2. Análisis de Casos de Almacenamiento . . . . .	83
9.3. Análisis de Casos de Operación Compartida . . . . .	84
9.4. Análisis General . . . . .	84
<b>10. Conclusiones y propuestas de trabajos futuros</b>	<b>86</b>
10.1. Propuestas para la continuación de investigaciones: . . . . .	87
<b>Bibliografía</b>	<b>89</b>
<b>Anexo A. Programación del modelo de almacenamiento de Hidrógeno</b>	<b>91</b>
A.1. Importación de datos del sistema UHS . . . . .	91
A.2. Programación de restricciones . . . . .	94
A.2.1. Restricciones de conversión de masa . . . . .	95
A.2.2. Restricciones de almacenamiento de hidrógeno . . . . .	96
A.2.3. Condiciones iniciales y finales . . . . .	97
A.2.4. Restricción de rampa de la caverna . . . . .	97
A.2.5. Restricciones de Expansión de Electrolizadores y Fuel Cells . . . . .	99
A.3. Función Objetivo . . . . .	101
A.4. Exportación de resultados . . . . .	103