

# Tabla de Contenido

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Motivación . . . . .	1
1.2. Objetivos . . . . .	2
1.2.1. Objetivo general . . . . .	2
1.2.2. Objetivos específicos . . . . .	2
1.3. Alcances . . . . .	3
<b>2. Marco Teórico y Estado del Arte</b>	<b>5</b>
2.1. El sistema eléctrico nacional . . . . .	5
2.1.1. Actores participantes . . . . .	5
2.1.2. Caracterización de la matriz energética . . . . .	6
2.1.3. Plan de descarbonización . . . . .	9
2.1.4. Tecnologías de generación variable . . . . .	10
2.2. Sistemas de almacenamiento . . . . .	13
2.2.1. Definición y contexto . . . . .	13
2.2.2. Clasificación según conversión de energía . . . . .	15
2.2.3. Clasificación según tiempo de respuesta . . . . .	16
2.2.4. Tecnologías de almacenamiento . . . . .	17
2.3. El problema de despacho en los sistemas eléctricos . . . . .	20
2.3.1. Formulación clásica del despacho . . . . .	22
2.3.2. Costo de oportunidad del agua . . . . .	24
2.3.3. Problema de despacho de dos etapas . . . . .	26
2.3.4. Problema de despacho de tres etapas . . . . .	27
2.3.5. Problema de despacho multietapa . . . . .	28
2.4. Programación dinámica dual . . . . .	30
2.5. Programación dinámica dual estocástica . . . . .	33
2.6. Convergencia de los algoritmos DDP y SDDP . . . . .	35
2.7. Aplicaciones y desafíos del algoritmo SDDP . . . . .	36
2.7.1. Aplicación del algoritmo SDDP en Brasil . . . . .	36
2.7.2. Aplicación del algoritmo SDDP en Noruega . . . . .	38
2.7.3. Inclusión de sistemas de almacenamiento en SDDP . . . . .	40
2.7.4. Situaciones por resolver . . . . .	42
<b>3. Metodología</b>	<b>44</b>
3.1. Herramientas de programación . . . . .	44
3.2. Datos de entrada del modelo y supuestos . . . . .	45
3.2.1. Tasa de descuento . . . . .	45

3.2.2.	Unidades generadoras modeladas y criterios de reducción . . . . .	45
3.2.3.	Parque generador inicial . . . . .	46
3.2.4.	Expansión del parque de generación . . . . .	47
3.2.5.	Construcción del perfil eólico y solar . . . . .	48
3.2.6.	Construcción de los perfiles hidrológicos . . . . .	49
3.2.7.	Construcción del perfil de demanda . . . . .	50
3.2.8.	Modelamiento de las semanas representativas . . . . .	51
3.2.9.	Modelamiento de los bloques . . . . .	53
3.2.10.	Sistema de almacenamiento . . . . .	56
3.3.	Formulación del problema . . . . .	56
3.3.1.	Función objetivo . . . . .	56
3.3.2.	Restricciones . . . . .	57
3.3.3.	Enfoque metodológico . . . . .	62
3.4.	Contribución y casos de estudio . . . . .	63
3.4.1.	Modelo de bloques . . . . .	63
3.4.2.	Planes de descarbonización . . . . .	64
<b>4.</b>	<b>Resultados</b>	<b>66</b>
4.1.	Caracterización del modelo implementado . . . . .	66
4.1.1.	Versión determinista del modelo . . . . .	66
4.1.2.	Efectos de modelación intra-etapa del modelo . . . . .	67
4.1.3.	Versión estocástica del modelo . . . . .	67
4.2.	Modelo de bloques . . . . .	68
4.2.1.	Resultados económicos . . . . .	69
4.2.2.	Solución del despacho y comportamiento del BESS . . . . .	75
4.3.	Planes de descarbonización . . . . .	81
4.3.1.	Resultados económicos . . . . .	81
4.3.2.	Solución del despacho y comportamiento del BESS . . . . .	88
4.3.3.	Comportamiento del embalse y flexibilidad . . . . .	93
<b>5.</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>98</b>
5.1.	Trabajo futuro . . . . .	99
	<b>Bibliografía</b>	<b>100</b>