

# Tabla de Contenido

<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>1. Modelamiento de la Concentración de CO<sub>2</sub> en la Atmósfera</b>	<b>4</b>
1.1. Preliminares	4
1.2. Interacción Economía y Concentración de CO <sub>2</sub>	5
1.3. Núcleo de Viabilidad de la Dinámica	7
1.4. Simulaciones Numéricas	9
<b>2. Funcionamiento de una Refinería de Petróleo</b>	<b>11</b>
2.1. Descarga y Mezcla de Crudos	12
2.2. Un Modelo a Tiempo Continuo de la Descarga y Mezcla de Crudos	14
<b>3. Implementación de Planificación Óptima de Descarga y Mezcla de Crudos</b>	<b>22</b>
3.1. Casos de Estudio	23
3.1.1. Problema 1	23
3.1.2. Problema 2	23
3.1.3. Problema 3	24
3.2. Relajaciones Lineales asociadas a Planificación Óptima de Descarga y Mezcla de Crudos	25
3.2.1. Relajación Simple	25
3.2.2. Relajación de McCormick	25
3.3. Problema No Lineal Asociado a la Relajación	27
3.4. Reducción del Espacio de Búsqueda	29
3.4.1. Definiciones Previas	30
3.4.2. Orden Lexicográfico	32
3.4.3. Secuencias Minimales	33
3.4.4. Asignaciones de Duración Nula	34
3.4.5. Modificación Función Objetivo	35
3.4.6. Restricción basada en un Lenguaje Regular	35
3.4.7. Incorporación del Automata Finito Determinista a Planificación Óptima de Descarga y Mezcla de Crudos	38
3.5. Simulaciones Numéricas	40
3.5.1. Calendarización de los problemas	40
3.5.2. Reducción del Espacio de Búsqueda	41
3.6. Comentarios Finales	42
<b>4. Modelo Multiperiodo del Proceso de Descarga y Mezcla de Crudos</b>	<b>43</b>

4.1.	Emisiones de CO <sub>2</sub> asociadas a Quema de Combustibles . . . . .	43
4.2.	Problema de Calendarización y Emisiones de CO <sub>2</sub> . . . . .	44
4.3.	Modelo Multiperiodo . . . . .	47
4.3.1.	Dinámica Asociada a Calendarizaciones Consecutivas . . . . .	47
4.3.2.	Conjunto de Ganancias y Emisiones Alcanzables . . . . .	49
4.3.3.	Discretización del Conjunto de Ganancias y Emisiones Alcanzables . . . . .	52
4.3.4.	Cortes de Factibilidad del Modelo Multiperiodo . . . . .	52
4.4.	Simulaciones Numéricas Modelo Multiperiodo Discretizado . . . . .	55
4.5.	Comentarios Finales . . . . .	55
<b>5.</b>	<b>Conclusiones y Perspectivas</b>	<b>57</b>
5.1.	Escalabilidad y Extensión de (PNLM) . . . . .	57
5.2.	Factibilidad del Modelo Multiperiodo . . . . .	58
5.3.	Reducción del Espacio de Búsqueda del Modelo Multiperiodo . . . . .	58
5.4.	Extensiones . . . . .	59
<b>6.</b>	<b>Anexos</b>	<b>60</b>
6.1.	Códigos Capítulo 1 . . . . .	60
6.2.	Códigos y Datos Capítulos 3 y 4 . . . . .	62
6.2.1.	Datos . . . . .	62
6.2.2.	Códigos . . . . .	67
	<b>Bibliografía</b>	<b>76</b>

# Índice de Tablas

2.1. Conjuntos del problema . . . . .	15
3.1. Comparación relajaciones para el Problema 1 . . . . .	28
3.2. Comparación relajaciones para el Problema 2 . . . . .	28
4.1. Resumen de la notación utilizada . . . . .	46
6.1. Parámetros Problema 1 . . . . .	62
6.2. Parámetros Problema 2 . . . . .	63
6.3. Parámetros Problema 3 . . . . .	64
6.4. Parámetros Problema 2 . . . . .	65
6.5. Parámetros Externos Problema 2 $t = 1$ . . . . .	66
6.6. Parámetros Externos Problema 2 $t = 2$ . . . . .	66

# Índice de Ilustraciones

1.	Emisiones CO <sub>2</sub> v/s PIB Global . . . . .	2
1.1.	Producto Interno Bruto y Ajuste Exponencial . . . . .	6
1.2.	Emisiones CO <sub>2</sub> v/s PIB Global . . . . .	6
1.3.	Tasas de Reducción por año y su efecto en la Concentración de CO <sub>2</sub> . . . . .	10
2.1.	Divisiones clásicas de una refinería . . . . .	11
2.2.	Ejemplo de una configuración de una Refinería . . . . .	13
2.3.	Calendarización Óptima para el Problema 1 (3.1) definido en el capítulo 2. . . . .	17
3.1.	Configuración del problema 1 . . . . .	23
3.2.	Configuración del problema 2 . . . . .	24
3.3.	Configuración del problema 3 . . . . .	24
3.4.	Gráfico representando relajación de McCormick . . . . .	26
3.5.	Tiempos de ejecución total, usando la relajación de McCormick. . . . .	29
3.6.	Configuración del problema 1 . . . . .	33
3.7.	AFD del Problema 1 . . . . .	37
3.8.	AFD del Problema 2 . . . . .	39
3.9.	Problema 1 . . . . .	40
3.10.	Problema 2 . . . . .	40
3.11.	Problema 3 . . . . .	41
3.12.	Tiempos de Ejecución Problema 1 . . . . .	41
3.13.	Tiempos de Ejecución Problema 2 . . . . .	42
4.1.	Una configuración Posible de las Unidades de Producción . . . . .	44
4.3.	Representación de las Emisiones de CO <sub>2</sub> de las Unidades de Destilación . . . . .	46
4.4.	Calendarización Problema 2 incluyendo los costos de reducción de CO <sub>2</sub> (4.3) . . . . .	47
4.5.	Representación del Modelo Multiperiodo . . . . .	49
4.7.	Cuatro posibles calendarizaciones del Problema 2. . . . .	54
4.8.	Conjunto de Ganancias y Emisiones Alcanzables Discretizado . . . . .	55