

ÍNDICE



MEMORIA

1. OBJETO DEL PROYECTO.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	1
2.1. LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL COMO COMBUSTIBLE.....	1
2.1.1. EL BIOETANOL COMO COMBUSTIBLE PURO.....	1
2.1.2. EL BIOETANOL COMO MEZCLA CON GASOLINA.....	2
2.1.3. EL BIOETANOL COMO ADITIVO DE LAS GASOLINAS.....	2
2.2. VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL BIOETANOL COMO COMBUSTIBLE.....	3
2.2.1. VENTAJAS.....	3
2.2.2. INCONVENIENTES.....	3
2.3. EXPECTATIVAS EN LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL.....	4
2.3.1. EL PLAN DE ENERGÍAS RENOVABLES 2005-2010.....	4
2.3.1.1. OBJETIVOS EN BIOETANOL DEL PLAN DE ENERGÍAS RENOVABLES 2005-2010.....	4
2.3.1.2. MEDIDAS PARA EL CUMPLIMIENTO DEL PLAN.....	6
2.3.2. FACTORES A FAVOR DE LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL.....	7
2.4. LA DESTILACIÓN DENTRO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BIOETANOL.....	8
3. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	1
3.1. PROCESO GLOBAL DE PRODUCCIÓN DE BIOETANOL.....	1
3.1.1. PRELIMPIA.....	2
3.1.2. ALMACENAMIENTO DE CEREAL.....	3
3.1.3. MOLIENDA.....	3
3.1.4. MEZCLA, COCIDO Y LICUEFACCIÓN.....	5
3.1.5. FERMENTACIÓN.....	6
3.1.6. DESTILACIÓN.....	7
3.1.7. DESHIDRATACIÓN.....	8
3.1.8. CENTRIFUGACIÓN.....	10
3.1.9. EVAPORACIÓN.....	11
3.1.10. SECADO.....	12
3.1.11. PELETIZACIÓN, ALMACENAMIENTO Y EXPEDICIÓN DE DDGS.....	14
3.1.12. ALMACENAMIENTO DE ALCOHOL.....	15
3.2. BASES DE DISEÑO DE LA UNIDAD DE DESTILACIÓN.....	16
3.2.1. CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN.....	16



3.2.2. MATERIAS PRIMAS.....	17
3.2.3. PRODUCTO.....	17
3.2.4. SUBPRODUCTOS.....	18
3.3. PROCESO DE PURIFICACIÓN.....	18
3.3.1. DESGASIFICACIÓN. COLUMNAS FLASH F1 Y F2.....	20
3.3.2. SEPARACIÓN DE PESADOS. COLUMNA_1 Y COLUMNA_2.....	23
3.3.3. SEPARACIÓN DE LIGEROS. COLUMNA DE LIGEROS.....	27
3.3.4. RECTIFICACIÓN.....	29
3.4. EQUIPOS.....	31
3.4.1. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO.....	31
3.4.2. CONDICIONES DE OPERACIÓN.....	39
3.4.3. EQUIPOS EXISTENTES EN LA SIMULACIÓN.....	43
4. MEMORIA JUSTIFICATIVA.....	1
4.1. ELECCIÓN DEL PROCESO DE DEPURACIÓN.....	1
4.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA A DEPURAR.....	1
4.1.2. ALTERNATIVAS DE SEPARACIÓN DE MEZCLAS AZEOTRÓPICAS.....	2
4.1.2.1. SEPARACIÓN POR MEMBRANAS.....	3
4.1.2.2. DESTILACIÓN POR VARIACIÓN DE LA PRESIÓN.....	7
4.1.2.3. DESTILACIÓN CON ADICIÓN DE UN AGENTE EXTERNO.....	8
4.1.3. SELECCIÓN DEL MÉTODO DE SEPARACIÓN ETANOL-AGUA.....	12
4.1.3.1. DESTILACIÓN.....	12
4.1.3.2. PERVAPORACIÓN.....	14
4.1.3.3. DESTILACIÓN POR CAMBIOS DE PRESIÓN.....	15
4.1.4. SELECCIÓN DEL MÉTODO DE SEPARACIÓN DE CO ₂ , LIGEROS, ACEITES DE FÚSELES, SÓLIDOS NO FERMENTABLES Y AGUA.....	16
4.1.5. APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LAS CORRIENTES.....	27
4.2. SIMULACIÓN DEL PROCESO.....	29
4.2.1. MÉTODO TERMODINÁMICO WILSON.....	31
4.2.2. MÉTODO TERMODINÁMICO NRTL.....	33
4.2.3. MÉTODO TERMODINÁMICO UNIQUAC.....	36
5. CÁLCULOS.....	1
5.1. PROCEDIMIENTO DE SIMULACIÓN.....	1
5.1.1. SELECCIÓN DE COMPONENTES.....	1
5.1.2. SELECCIÓN DEL MÉTODO TERMODINÁMICO.....	2
5.1.3. SELECCIÓN DE LA SECUENCIA DE CÁLCULO.....	3
5.1.4. DEFINICIÓN DE LAS CORRIENTES DE ENTRADA.....	4
5.1.5. SIMULACIONES.....	5
5.1.5.1. SIMULACIÓN PROCESO DE DESGASIFICACIÓN.....	5



5.1.5.2.	SIMULACIÓN INCLUYENDO COLUMNA COLUMNA_1.....	9
5.1.5.3.	SIMULACIÓN INCLUYENDO COLUMNA COLUMNA_2.....	15
5.1.5.4.	SIMULACIÓN INCLUYENDO COLUMNA C_LIGEROS.....	21
5.1.5.5.	SIMULACIÓN INCLUYENDO COLUMNA RECTIFICADOR. UNIDAD DE DESTILACIÓN COMPLETA.....	29
5.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LAS CORRIENTES DEL PROCESO.....	38
5.3.	ANÁLISIS DE DERESULTADOS DE LOS EQUIPOS.....	41
5.4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS EN RED DE INTERCAMBIADORES. CONSUMO DE AGUA DE REFRIGERACIÓN.....	44
5.5.	APLICACIONES DEL MODELO.....	46
5.5.1.	SISTEMA DE INTERCAMBIADORES DE CALOR.....	46
5.5.2.	CAMBIO DE MATERIA PRIMA.....	52
6.	PRESUPUESTO.....	1
7.	CONCLUSIONES.....	1

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO 1. Diagramas