

Universidad Tecnológica Nacional



Facultad Regional del Neuquén

Proyecto Final de Ingeniería Química

**PRODUCCIÓN DE ETANOL ANHIDRO
A PARTIR DE ORUJO DE UVAS**

Cátedra: Integración V

Año: 2022

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 2 de 268

Agradecimientos

A nuestra querida casa de estudios, Facultad Regional del Neuquén. A nuestros profesores, por guiarnos y transmitirnos sus conocimientos.

A los profesores de la cátedra Integración V. quienes nos guiaron y ayudaron a llegar a la finalización de este proyecto.

Yesenia y Alejandra

Al forjador de mi camino, a mi Padre celestial. A mi amado esposo, Hugo por su apoyo y amor incondicional. A mis padres y familia por estar a cada paso a mi lado. FILIPENSES 4:13.

Yesenia

A mis padres, hermanas y abuelos; mis grandes pilares en este camino y quienes me alentaron a continuar a pesar de las adversidades. A Juan, quien me acompañó y apoyó en los momentos más duros de este recorrido. A mis amigas, por siempre brindarme el empujón necesario cuando más lo necesitaba.

Alejandra







 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 3 de 268

Tabla de Contenidos



Resumen Ejecutivo:	12
1. Justificación del proyecto.	13
1.1 Objetivos.....	13
1.2 Metas.....	13
1.3 Destinatarios.....	14
1.4 Ventajas y desventajas del uso de bioetanol:	14
Ventajas:.....	14
Desventajas:.....	14
2. Análisis de Entorno	15
2.1 Análisis FODA	16
2.1.2 Fortalezas.....	16
2.1.2 Oportunidades.....	16
2.1.3 Amenazas.....	17
2.1.4 Debilidades.....	17
3. Análisis de Mercado	18
3.1 Mercado Proveedor.....	18
3.3 Mercado Consumidor	20
3.3.1 Características del Mercado Consumidor	21
3.4 Demanda Insatisfecha.....	22
3.5 Módulo de Producción.....	24
3.6 Proyección del consumo aparente para los próximos 10 años	24
4. Bases de diseño	25
4.1 Objetivo general de la planta	25
4.2 Productos a elaborar	25
4.2.1 Productos Principales.....	25
4.2.2 Productos Secundarios	25
4.3 Descripción general de proceso	28
4.3.1 Descripción del proceso elegido	32
4.3.1.1 Descripción de etapas del proceso	33
4.3.2 Servicios auxiliares.....	36
4.3.3 Equipos.....	37
4.4 Listado de documentación a entregar	38
4.5 Identificación de normas, permisos y requisitos medioambientales, de seguridad y de diseño de recipientes y estructuras	38
4.5.1 Normas, permisos, requisitos ambientales y seguridad.	38
5. Balance de materia y energía globales	40
5.1 Balance de materia global	41
5.2 Simulación de proceso	42
5.3 Servicios Auxiliares	55
5.3.1 Agua.....	55

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 4 de 268



5.3.2.	Electricidad	60
5.3.3.	Gas Natural	62
5.3.4.	Aire	62
6.	P&ID	63
6.1	Líneas	63
6.2	Ubicación de instrumentos	64
6.3	Válvulas	64
6.4	Codificación de líneas de proceso	65
6.5	Control e instrumentación de reactor batch	66
6.5.1	Diseño de un proceso químico seguro	66
6.6	Diseño del circuito de refrigeración y control.	68
7.	Seguridad de la planta	70
7.1	Riesgos asociados: producto principal, productos secundarios, reactivos y materia prima.	70
7.2	Hojas de seguridad	73
7.3	Normativa aplicable	77
7.4	Identificación de riesgos potenciales	78
7.5	Emergencia operativa – Falla en el suministro de agua de cruda	82
7.5.1	Plan de respuesta ante emergencias	83
8.	Layout	100
8.1	Separación entre equipos dentro de una misma área	100
8.2	Separación entre diferentes instalaciones	101
8.2.1	Plantas de Servicio (Edificio de Calderas, Instalaciones de Generación y Distribución de Potencia Eléctrica, Casa de Bombas de Agua de Enfriamiento)	101
8.2.2	Edificios (Oficinas Principales, Talleres y Laboratorios)	102
8.2.3	Estación Principal de Bombas	102
8.2.4	Distribución y vías de acceso, carga y descarga, movimientos de camiones	102
8.2.5	Tuberías Externas (Inter-plantas)	102
8.2.6	Antorcha	103
8.3	Áreas clasificadas	103
8.4	Ubicación y dimensiones del terreno	104
8.4.1	Dimensiones de la planta (producción):	108
8.5	Esquema de LAYOUT	108
9.	Ingeniería de detalle	110
9.1	Diseño de Intercambiador de Tubo y Coraza E-110	110
9.1.1	Normas y software utilizados	110
9.1.2	Componentes	110
9.1.3	Clasificación según norma T.E.M.A	111
9.1.4	Estimaciones para Diseño de E-110	118
A)	Tubos	118
B)	Arreglos y distribución	119

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 5 de 268

C)	Baffles.....	121
D)	Materiales	124
E)	Accesorios y soportes	125
9.1.5	Simulación	131
I.	Cálculo térmico.....	131
II.	HTRI	136
III.	Layout de intercambiador.....	138
IV.	Output: Información útil.....	138
9.1.6.	Cálculos mecánicos	140
9.2	Diseño de separador V-100	153
9.2.1	Principios de Separación.....	153
9.2.2	Clasificación de Separadores	153
9.2.3	Velocidad del Gas	155
9.2.4	Diseño de equipo	158
9.2.5	Cálculo analítico – Método de Sauders-Brown.....	159
9.2.6	Calculo dimensional - HYSYS.....	161
9.2.7	Diseño mecánico	165
9.2.8	Construcción mecánica	170
10.	Hojas de Dato	179
11.	Evaluación de impacto Ambiental	181
11.1	Recursos demandados. Tipos y cuantificación.	182
11.2	Efluentes del proyecto.....	183
11.3	Identificación de impactos y Valoración de Impactos	184
11.4	Resumen de impactos.....	205
12.	Análisis económico financiero	206
12.1.	Ciclo de vida de proyecto	206
12.2.	Inversiones del proyecto	206
12.2.1.	Inversiones antes de la puerta en marcha	206
12.3.	Amortizaciones.....	215
12.4.	Ingresos del proyecto	216
12.5.	Egresos	216
12.5.1.	Descripción de los costos.....	216
I.	Costos Variables	216
II.	Costo Fijo	218
12.6.	Indicadores Económicos	222
12.6.1	Valor Actual Neto	222
12.6.2	Tasa Interna de retorno.....	223

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 6 de 268

12.6.3 TIR vs. VAN.....	223
12.6.4 Flujo de caja	223
12.6.5 Punto de equilibrio.....	224
12.7. Análisis de sensibilidad	226
12.7.1 Análisis de sensibilidad a la tasa de descuento	227
12.7.2 Análisis de sensibilidad al precio	228
12.7.3 Análisis de sensibilidad a la inversión inicial.....	231
12.7.4 Conclusión.....	233
13. Bibliografía.....	234
Referencias	234
14. Anexos.....	237
Anexo A: Glosario de palabras clave	237
Anexo B: Producción según origen del viñedo. Uva destinada a elaborar vinos y Mostos	238
Anexo C: Participación relativa provincial de la superficie plantada con VID.	240
Anexo D: Legislaciones.....	241
D.1 Agua.....	241
D.2 Ley 25612 RESIDUOS INDUSTRIALES.....	242
D.3 Control de Emisiones Resolución 260/17.....	242
Anexo E – Hojas de dato de equipos	244
Anexo F – Lista de documentación entregable – Planos.....	268

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 7 de 268

Listado de Imágenes

Ilustración 1: Localización de las bodegas existentes en la provincia de Neuquén.	19
Ilustración 2: Entrada en vigencia de los distintos porcentajes de corte establecido por la Ley 26.093 período 2010-2016.	22
Ilustración 3: Variación del precio de Bioetanol (USD/Tn) según Ministerio de Energía y Minería de la Nación	22
Ilustración 4: Demanda y producción de bioetanol	23
Ilustración 5: Proyección aparente de la demanda de bioetanol.	24
Ilustración 6: Fuentes de obtención de etanol.	33
Ilustración 7: Silo de cemento	34
Ilustración 8: Proceso simplificado para producción de bioetanol.....	36
Ilustración 9: Diagrama de flujo del proceso de obtención de bioetanol a partir de orujo de uva.	41
Ilustración 10: Esquema para el balance de masa	41
Ilustración 11: Lista de componentes.....	43
Ilustración 12: Reacciones de la etapa 1.	44
Ilustración 13: Reacciones de la etapa 2.	45
Ilustración 14: Reacciones de la etapa 3.	45
Ilustración 15: Especificaciones para T-101	47
Ilustración 16: Especificaciones para T-101	47
Ilustración 17: Spec para T-101	48
Ilustración 18: Especificaciones para TD-500.....	48
Ilustración 19: Especificaciones para TD-500.....	49
Ilustración 20: Especificaciones para TD-500 – Perfil de Presión vs. platos.....	49
Ilustración 21: Especificaciones para TD-500 - Specs utilizados	50
Ilustración 22: Sistema de energía eléctrica requerida	61
Ilustración 23: Sistema de gas natural	62
Ilustración 24: Codificación de líneas en P&ID	65
Ilustración 25: Factores de control para un reactor batch	66
Ilustración 26: Control del sistema de refrigeración reactor Batch P&ID.....	69
Ilustración 27: Rombo de materiales peligrosos NFPA.....	71
Ilustración 28: Rombo de peligro para ácido sulfúrico 98% P/P	71
Ilustración 29: Rombo de peligro para NaOH al 10% P/P.....	73
Ilustración 30: Diagrama de r.c.i	91
Ilustración 31: Pérdidas de carga en tuberías por accesorios y válvulas	93
Ilustración 32: Rangos de trabajo para diferentes tipos de bombas	95
Ilustración 33: Curva de bomba elegida.....	96
Ilustración 34: Sistema de bomba seleccionado	96
Ilustración 35: Hidrante de columna seca	98
Ilustración 36: Tanque espumógeno para relleno con espuma seleccionada.....	99
Ilustración 37: Distancias mínimas entre áreas. Manual de ingeniería de riesgos. PDVSA VOL I	100
Ilustración 38: Distancias mínimas entre instalaciones. Manual de ingeniería de riesgos. PDVSA VOL I	101
Ilustración 39: Distancia entre San Patricio del Chañar y proveedor de H2SO4.	105
Ilustración 40: Distancia entre San Patricio del Chañar y proveedor de NaOH.	105
Ilustración 41: Distancia entre San Patricio del Chañar y Plaza Huincul.	105
Ilustración 42: Distancia entre Plaza Huincul y proveedor de H2SO4.	106
Ilustración 43: Distancia entre Plaza Huincul y proveedor de NaOH.	106
Ilustración 44: Localización de la planta en la provincia de Neuquén.	108
Ilustración 45: Layout de la planta	109
Ilustración 46: Componentes de intercambiador de casco y tubo.....	111
Ilustración 47: Clasificación de intercambiadores de calor según norma TEMA.....	112
Ilustración 48: Comparativa de costos según tipo de cabezal	113





 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 8 de 268

Ilustración 49: Comparativa de costos según tipo de coraza	115
Ilustración 50: Comparativa de costos según tipo de cabezal	116
Ilustración 51: Espesores según material de tubos.....	119
Ilustración 52: Arreglos de distribución	120
Ilustración 53: Cortes utilizados para baffle	123
Ilustración 54: Esquema de los diferentes espaciados	123
Ilustración 55: Límites de espaciado soportada por el tubo	124
Ilustración 56: Tie-rods	125
Ilustración 57: Tipos de placa para tie rods	126
Ilustración 58: Fluid elastic Inestability check	130
Ilustración 59: Acustic vibration check	130
Ilustración 60: Tube vibration check.....	130
Ilustración 61: Output Summary.....	135
Ilustración 62: Carga de propiedades en HTRI	136
Ilustración 63: Carga de datos en HTRI.....	137
Ilustración 64: Carga de datos en HTRI.....	137
Ilustración 65: Esquema de equipo para construcción.....	138
Ilustración 66: Resistencias controlantes y coeficientes de transferencia.....	138
Ilustración 67: Output summary	139
Ilustración 68: Output summary	139
Ilustración 69: Fuente: ASME Boiler and Pressure Vessel Code MATERIALS, Section 2, Part	141
Ilustración 70: Ecuaciones de Campbell, Volumen 2, Capitulo 11: Estimación de diámetros para boquillas de recipientes a presión.....	147
Ilustración 71: Resultados HTRI	148
Ilustración 72: Resultados HTRI	148
Ilustración 73: Diseño y cálculo de recipientes a presión – Juan Manuel Estrada (Estrada)	149
Ilustración 74: Famiq Bridas clase 150 ASME (*) / ANSI B16.5. Selección de número de espárragos Soporte y orejas de izaje	150
Ilustración 75: Soportes para recipientes a presión (Estrada)	151
Ilustración 76: Dimensión de orejas de izaje (Estrada)	152
Ilustración 77: Separador Vertical	154
Ilustración 78: Separador Horizontal.....	155
Ilustración 79: Modelado de separador V-100	162
Ilustración 80: Simulación de V-100 Spec seleccionado.....	162
Ilustración 81: Resultados de simulación V-100	163
Ilustración 82: Resultado de simulación V-100	163
Ilustración 83: Resultados de simulación V-100	163
Ilustración 84: Valores de tensión máxima admisible según T y P para diferentes materiales	165
Ilustración 85: Soportes para recipientes horizontales.....	172
Ilustración 86: Soporte para recipientes horizontales - Diámetros mayores a 24in (Estrada).....	173
Ilustración 87: Skid de regulación y medición de gas natural.	211
Ilustración 88: Costo de equipos para el proyecto	215
Ilustración 89: Cálculo de punto de equilibrio	226
Ilustración 90: Análisis de sensibilidad a tasa de descuento.	228
Ilustración 91: Variación de VAN ante variaciones en precio de materia prima.....	229
Ilustración 92: Variaciones de TIR ante modificaciones en precio de materia prima	229
Ilustración 93: Valores de VAN para variaciones en precio de producto final	231
Ilustración 94: Variaciones de TIR ante modificaciones de producto final.	231
Ilustración 95: Valores de TIR ante variación en inversiones iniciales.....	232
Ilustración 96: Valores de VAN ante variaciones de inversión iniciales	232

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 9 de 268

Listado de Tablas

Tabla 1: Proveedores de insumos.	18
Tabla 2: Capacidad de Producción teórica de las plantas industriales de Bioetanol en Argentina.	19
Tabla 3: Macromoléculas presentes en los orujos de uva (Valores porcentuales expresados en peso seco).	25
Tabla 4: Efluentes y su tratamiento.	28
Tabla 5: Clasificación de los pre-tratamientos.	28
Tabla 6: Ventas y desventajas de diferentes métodos para hidrólisis enzimática.	30
Tabla 7: Características de materia prima.	40
Tabla 8: Balance de materia.	42
Tabla 9: Factores de conversión para las diferentes reacciones.	44
Tabla 10: Resultados de simulación de proceso - Hysys V9.	50
Tabla 11: Organigrama y nº total de trabajadores.	56
Tabla 12: Servicios auxiliares.	57
Tabla 13: Cálculo de energía eléctrica requerida para el proyecto.	61
Tabla 14: Simbología de líneas P&ID.	63
Tabla 15: Ubicación de instrumentos en planta.	64
Tabla 16: Simbología para válvulas en P&ID.	65
Tabla 17: Información relevante para HDSS.	73
Tabla 18: Cadena de comando ante emergencias.	86
Tabla 19: Niveles de actuación y roles.	87
Tabla 20: Método de longitud real - diámetro de boca de hidrantes.	89
Tabla 21: Cantidad de hidrantes por diámetro de boca.	92
Tabla 22: Cantidad de ramales y diámetro necesario para rci.	92
Tabla 23: Cálculo de pérdida de carga por tramos.	92
Tabla 24: Resultados de pérdidas de carga por tramo.	94
Tabla 25: Cuadro comparativos de las posibles localizaciones.	106
Tabla 26: Método de los factores ponderados para el proceso de producción de bioetanol.	107
Tabla 27: Ventajas y desventajas según el tipo de coraza a utilizar.	114
Tabla 28: Criterios de operación para selección de cabezales.	116
Tabla 29: Resumen según tipo de componentes a utilizar.	116
Tabla 30: Arreglos y consideraciones para su selección.	119
Tabla 31: Tipos de baffles: Ventajas y Desventajas.	121
Tabla 32: Selección del tipo de material según fluido a transportar.	124
Tabla 33: Cantidad de tie-rods a utilizar.	125
Tabla 34: DT recomendados.	128
Tabla 35: Datos de entrada para intercambiador de calor según estimaciones de bibliografía Kern ...	131
Tabla 36: Datos de entrada para fluido frío.	132
Tabla 37: Datos de entrada para fluido caliente.	132
Tabla 38: Cálculo térmico según método de Kern.	133
Tabla 39: Pérdida de carga calculada en tubos y coraza.	134
Tabla 40: Selección de diámetro de boquillas - Fluido frío.	147
Tabla 41: Selección de diámetro de boquillas - Fluido caliente.	147
Tabla 42: Comparación entre separadores verticales y horizontales.	153
Tabla 43: Valores de Ks en función de altura/longitud para separadores horizontales.	156



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 10 de 268

Tabla 44: Resultados obtenidos en cálculo analítico – Método de Sauders-Brown.....	159
Tabla 45: Dimensionamiento para boquilla de entrada a separador	175
Tabla 46: Dimensionamiento para boquillas - Salida de líquido	175
Tabla 47: Dimensionamiento de boquillas - salida de gas.....	176
Tabla 48: Boquillas de seorador V-100.....	176
Tabla 49: Caracterización de materia prima utilizada en el presente	182
Tabla 50: Caracterización de insumos y suministros.....	182
Tabla 51: Emisiones del proyecto	183
Tabla 52: Vertidos de proyecto	184
Tabla 53: Residuos de proyecto.....	184
Tabla 54: Árbol de acciones.....	184
Tabla 55: Factores afectados por nuestro proyecto.....	185
Tabla 56: Identificación de impactos - fases de construcción.....	187
Tabla 57: Identificación de impactos - fase de operación	187
Tabla 58: Identificación de impactos - fases de Abandono.	188
Tabla 59: Criterios de valoración.....	189
Tabla 60: Valoración de impactos – fase construcción.....	190
Tabla 61 : Valoración de impactos – fase operación	192
Tabla 62: Valoración de impactos – fase abandono.	193
Tabla 63: Valoración de control.....	195
Tabla 64: Valoración de ocurrencias.....	196
Tabla 65: Factores afectados	196
Tabla 66: Referencia de magnitudes en daños	197
Tabla 67: Estimación de riesgos	198
Tabla 68: Impactos operativos	200
Tabla 69: Impactos operativos de nuestro proyecto.	200
Tabla 70: Niveles de riesgo.....	201
Tabla 71: Impactos tratados y sus valoraciones	202
Tabla 72: Plan de gestión ambiental.	203
Tabla 73: Costos de obras y edificios por áreas	207
Tabla 74: Materiales requeridos para obra de servicio eléctrico	209
Tabla 75: Costo de mano de obra para servicio de energía eléctrica	209
Tabla 76: Materiales requeridos para servicio de agua	210
Tabla 77: Costo de mano de obra para construcción de acueducto	210
Tabla 78: Materiales requeridos para construcción de gasoducto – servicio de gas natural	211
Tabla 79: Costo de mano de obra para construcción de gasoducto	212
Tabla 80: Amortización para obras, edificios y equipos - periodo 1 a 5	215
Tabla 81: Amortización para obras, edificios y equipos - periodo 6 a 10	215
Tabla 82: Ingresos de proyecto - producto Etanol Anhidro.....	216
Tabla 83: Costo de materia prima utilizada en el proceso de este proyecto	216
Tabla 84: Costo de servicio de energía eléctrica	217
Tabla 85: Costo de consumo de gas natural como servicio auxiliar.....	217
Tabla 86: Costo de consumo de agua como servicio auxiliar.....	218
Tabla 87: Costo de mantenimiento general para el proyecto	219
Tabla 88: Costo de mantenimiento - preventivo y correctivo.....	219





 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 11 de 268

Tabla 89: Presupuesto para mantenimiento predictivo - paro general cada 4 años	220
Tabla 90: Grupos de trabajo - mano de obra directa e indirecta	221
Tabla 91: Costo de mano de obra directa-indirecta para el proyecto	222
Tabla 92: Flujo de caja	224
Tabla 93: Datos de entrada para cálculo de punto de equilibrio.....	225
Tabla 94: Procedimiento de cálculo para punto de equilibrio.	225
Tabla 95: Resultados de análisis de sensibilidad de VAN y TIR ante variaciones de tasa de descuento.	227
Tabla 96: Análisis de sensibilidad a precio de materia prima	228
Tabla 97: Análisis de sensibilidad ante Variación de precio de producto final	230
Tabla 98: Valores de inversión inicial vs. VAN y TIR	231

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 12 de 268

Resumen Ejecutivo:



En la Provincia de Neuquén, la industria vitivinícola genera grandes cantidades de residuos lignocelulósicos, entre los que se encuentra el orujo de uva. Éste es un residuo de la industrialización de la uva para la producción de vinos y mostos. Anualmente se producen alrededor de 125.720 quintales métricos de este residuo y, en la mayoría de los casos, genera problemas ambientales y pérdidas económicas.

La fracción orgánica del orujo de uva incluye compuestos que sirven como fuente de carbono para microorganismos, hecho que constituye una vía para su valorización a través de la obtención de bioetanol para ser utilizado como combustible. Para incrementar la biodisponibilidad de los carbohidratos no solubles es necesaria la aplicación de pre tratamientos juntos con procesos de fermentación y destilación para llegar a la especificación requerida.

Con el desarrollo de este trabajo se busca aportar al estudio de posibilidades tecnoc-económicas de valorización de los residuos agro-industriales (RSA) de la industria vitivinícola generadas en la Provincia de Neuquén. Los RSA que se estudian serán los de la uva, luego de la elaboración del vino. Se analiza la capacidad productiva del proceso considerando las inversiones iniciales, los costos fijos y variables, las depreciaciones y los indicadores de rentabilidad.

A su vez, el estudio incursiona por diferentes aspectos técnicos relevantes a los ingenieros industriales y químicos como comparación de diferentes materias primas, localización y dimensionamiento de la planta industrial, organización y programación de la producción, selección de procesos y maquinaria, como también a los aspectos más relacionados con el perfil gerencial como son el estudio de mercado, la elección de mano de obra y los análisis económico-financieros con sus respectivos indicadores.

En función de los valores obtenidos se analiza la viabilidad del proyecto. Por tanto, el objetivo de este estudio es aportar a la sustentabilidad del mismo mediante el estudio tecnoc-económico de la obtención biotecnológica de etanol.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 13 de 268

1. Justificación del proyecto.

El bioetanol es el alcohol etílico producido a partir de la **fermentación de los azúcares**. En condiciones normales, se presenta como un líquido incoloro e inflamable con un punto de ebullición de 78 °C.

Es utilizado principalmente como solvente industrial, para la creación de bebidas alcohólicas, como anticongelante y desinfectante; aunque actualmente, uno de sus usos más importantes se da en la industria petroquímica como **aditivo de la gasolina**.

Se obtiene a partir de fuentes de primera generación (caña de azúcar y cereales) o de segunda generación (celulosa). La producción de biocombustibles a partir de materias primas ligadas al mercado de alimentos posee una serie de impactos negativos, donde se destacan: la alteración del precio de mercado de los alimentos básicos y la aceleración de la expansión agrícola hacia zonas frágiles del territorio nacional. Debido a esto, se estudia la producción de los biocombustibles de segunda generación.

Actualmente, por medio de la Resolución 37/2016 del Ministerio de Energía y Minería de la Nación, el porcentaje de corte obligatorio de las naftas (gasolinas) con alcohol (etanol) es del 12%.

Ante el interés actual del desarrollo de fuentes renovables y procesos de producción de Biocombustibles, sumado a los inconvenientes que genera la formación de residuos lignocelulósicos excesivos provenientes de la industria vinera de la región (Alto Valle de Rio Negro y Neuquén junto con la provincia de Mendoza) y al colaborar con el aporte en la adición del 12% de Bioetanol a la gasolina en industrias petroquímicas de la región (YPF CIPH, New American Oil, y demás refinerías que suministran gasolina) se propone **analizar la factibilidad técnica de la producción de bioetanol a partir de orujo de uvas**(residuos agroindustriales en la producción vitivinícola), mediante uso de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, dentro de la Provincia del Neuquén. A fin de **suministrar bioetanol como aditivo de la gasolina**.



1.1 Objetivos

Objetivo General: Aportar conocimiento sobre la producción de Bioetanol a partir de desechos de la industria vitivinícola (orujo de uva).

Objetivo Específico: Obtener etanol a partir de la fermentación de los orujos de uva, empleando la levadura *Saccharomyces cerevisiae*.

1.2 Metas

Nuestra meta es producir un biocombustible (bioetanol) amigable con el medio ambiente, ayudando a sustituir la importación de gasolina, estableciendo una mayor inversión para ampliar el área de siembra de viñedos y ampliación de los ingenios que ayudará a un mayor crecimiento del país y a su vez ayudará a mejorar la economía del eslabón más débil del sector

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 14 de 268

agrícola, que es el campesino. A su vez, proporcionar mayor caudal de aditivo para las gasolinas ya existentes, disminuyendo así contaminación de las mismas.

1.3 Destinatarios

A todas las industrias productoras de gasolinas, ya que, por ley y regulación, se debe añadir un 12% de bioetanol para comercializar sus productos.

1.4 Ventajas y desventajas del uso de bioetanol:



Ventajas:

- Energía: disminuir el uso de combustibles a base de petróleo para garantizar una mayor seguridad energética y reducir costos de combustibles.
- Medio Ambiente: reducir la contaminación producida por la extracción de petróleo y los problemas acarreados.
- Bajo Costo: se puede recolectar el orujo a bajo costo, y son ricos en carbohidratos cuya fermentación es fácil de lograr.

Desventajas:

Para poder utilizar el bioetanol como combustible puro, se necesita llevar a cabo varias modificaciones dentro del motor, de manera tal de no alterar significativamente el consumo. Sin embargo, para poder utilizar el bioetanol como combustible puro se necesita llevar a cabo varias modificaciones dentro del motor, de manera tal no alterar significativamente el consumo. Estas son:

- Aumentar la relación de compresión.
- Variar la mezcla de Combustible / aire.
- Bujías resistentes a mayores temperaturas y presiones.
- Conductos resistentes al ataque de alcoholes.
- Se debe agregar un mecanismo que facilite el arranque en frío.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 15 de 268

2. Análisis de Entorno



Aspecto Económico del Mercado Global e Interno:

- USA Y BRASIL representan el 85% de la producción mundial estimada de bioetanol en el año 2015 (54500 y 27000 m³ respectivamente), encontrándose la Argentina en un séptimo lugar con una producción de 800 m³.
- La producción argentina en dicho año habría sido de 815 millones de litros/año según datos del Ministerio de Energía y Minería de la Nación. Representa casi el 1% de la producción mundial.
- La producción y ventas al mercado interno de bioetanol anhidro en Argentina en 2014 fue de nivel cercano a 660.000 m³, con una participación de 55 % para el producto derivado de cereales (fundamentalmente maíz) y 45 % para el producto derivado de caña de azúcar.
- La demanda de Naftas en Argentina en el año 2016 se estima en 8.500 millones de litros. El etanol utilizado para mezclar con naftas habría sido de 890 millones de litros. En consecuencia, el corte real en el año 2016 podría estimarse en el 10,7% del consumo total de naftas.
- En el 2015, YPF fue el mayor comprador de bioetanol en Argentina con 440 millones de litros. Le siguieron Shell (152 millones de litros en el año) y Axion (128 millones de litros año).
- Si bien, la producción de bioetanol a partir de orujo de uva, no se encuentra actualmente legislado, se busca el ingreso del mismo al mercado.
- En base a las estadísticas publicadas por INDEC sobre el primer trimestre del corriente año para el Bioetanol, donde se detalla la Producción y el despacho del mismo hacia el mercado interno, se evidencia una demanda insatisfecha de 18.789 m³ de Bioetanol a nivel nacional al mes de Marzo.
- En el primer trimestre del año 2018, la producción total de bioetanol muestra una baja de 6,1%, como consecuencia del aumento de 7,7% en la producción de bioetanol de maíz y de la caída de 22,8% en la producción de bioetanol de caña, en comparación con igual período del año anterior.
- Los despachos al mercado interno de bioetanol presentan una suba de 3,8% en el primer trimestre de 2018 con respecto a igual acumulado de 2017.
- Variación del precio de Bioetanol (USD/L) según Ministerio de Energía y Minería de la Nación son: Maíz 0.7 USD/litro; Caña de azúcar 0.59 USD/litro.

Con respecto al análisis del entorno antes descripto, pudimos deducir las siguientes conclusiones:

Los **potenciales consumidores** a los que les ofrecemos nuestro producto son los siguientes:

Nuestro cliente potencial es Y.P.F S. A, que posee una capacidad instalada de 1000m³/día de naftas, a la cual le agrega un 12% de etanol anhidro. A su vez, podemos definir otros

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 16 de 268

potenciales clientes, tales como: Refinería del Norte S.A, PETROBRAS S.A, NEW AMERICAN OIL S.A, SHELL C.A.P.S.A, POLIPETROL S.A, Destilería Argentina de petróleo S.A.

En cuanto a la **competencia** en el país tenemos a las siguientes empresas:

- Plantas que utilizan maíz: Promaíz (Alejandro Roca, pcia Cba) Bunge y Aceitera Gral Deheza, ACA Bio (Villa María, pcia Cba), Diaser (Provincia de San Luis), BIO 4 (Rio Cuarto, pcia Cba), Vicentín (Avellaneda, pcia Santa Fe).
- Plantas que utilizan caña de azúcar: Compañía Bioenergética La Florida SA – Tucumán, Bio Ledesma SA – Jujuy, Alconoa SRL El Tabacal Orán (Salta), Bioenergía La Corona (Tucumán), Bioenergía Santa Rosa (Tucumán), Biotrinidad SA (Tucumán), Energías Ecológicas del Tucumán (Tucumán), Rio Grande (Jujuy), Bio San Isidro (Salta).

2.1 Análisis FODA



El FODA como técnica de planeación, permitirá contar con información valiosa proveniente de personas involucradas con el sector y que con su “know how” pueden aportar ideas inestimables para el futuro del mismo. Además, requiere del análisis de los diferentes elementos que forman parte del funcionamiento del mismo y que puedan tener implicaciones en su desarrollo, como pueden ser los tipos de productos o alternativas que ofrece el sector, determinando en cuáles se tiene ventaja comparativa con relación a otros, ya sea debido a las técnicas desarrolladas, calidad, cobertura, costos, reconocimiento por parte de los clientes, etc.

2.1.2 Fortalezas

- La producción de bioetanol de primera generación tiene un impacto negativo en el medioambiente y en la economía nacional, es por ello que se busca la producción de bioetanol a partir de materias primas de segunda generación.
- Costos de producción menor al del etanol producido a partir de cereales.
- Valor agregado a la producción agrícola y desarrollo sustentable a las economías regionales.

2.1.2 Oportunidades

- El apoyo del gobierno nacional mediante la Ley 26.093 cuyo principal objetivo es fomentar la inversión e instalación de industrias dedicadas a la elaboración del **mencionado biocombustible**.
- Mercado internacional demandante de biocombustibles, en crecimiento. Aumento progresivo en el corte de naftas.
- Aprovechamiento de la capacidad industrial ociosa
- Reducción de la dependencia en las energías no renovables y mayor seguridad en el abastecimiento energético.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 17 de 268



- Dentro de la provincia de Neuquén, no hay competencia dejando a nuestra empresa como el principal proveedor de etanol.
- En la localidad de Cutral Có, se tuvo una temporada récord de cosecha de viñedo (10 toneladas) y se busca la posibilidad de aumentar la producción. (La Voz del Neuquén).

2.1.3 Amenazas

- Inestabilidad económica nacional que pueda atentar contra los proyectos de inversión que están en ejecución y los por ejecutar.
- El debilitamiento de los precios de los biocombustibles en relación con los fósiles, tornándolos poco competitivos.
- Decisión sobre el aumento en el corte de naftas a cargo de Gobierno, de no cumplir con las fechas pactadas para el aumento del mismo, se verá afectada la viabilidad del proyecto.

2.1.4 Debilidades

- La producción de bioetanol genera un residuo contaminante (Vinaza) cuyo tratamiento debe ser incorporado en el proceso de fabricación.
- Gran inversión inicial.
- Los volúmenes de producción serán pequeños en comparación con los principales productores de bioetanol, no será un líder de mercado.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 18 de 268

3. Análisis de Mercado.

3.1 Mercado Proveedor.

Las empresas que proveerán de insumos y reactivos necesarios para el desarrollo de este proyecto son citadas en la tabla 1.

Tabla 1: Proveedores de insumos.

Producto	Proveedor
Orujo de uvas	Bodegas de la provincia del Neuquén
H₂SO₄	Norpatagonia
NaOH	Servicios Integrales del Comahue S.R.L

La variable más importante que se analiza, es la materia prima. Dentro de la provincia del Neuquén, existen aproximadamente 88 viñedos con una superficie total de 1.758 hectáreas y una producción de 125.720 quintales métricos al año de uva destinada para elaboración de vinos (12.572.000 Kg/año de uva).



Actualmente, Neuquén representa el 0.62% en la PARTICIPACIÓN RELATIVA PROVINCIAL DE LA SUPERFICIE PLANTADA CON VID. Ver Anexo (Anexo B y C).

En los últimos cinco años, la cantidad de tierras cultivadas en la zona de San Patricio del Chañar se duplicó y hoy supera las 1.919 hectáreas. Los datos que dan cuenta del incremento surgen de los registros de la Cámara de Bodegueros de Neuquén y del Instituto Nacional de Vitivinicultura.

Actualmente, existen 9 bodegas asentadas en la región de San Patricio del Chañar y Añelo: Fin del Mundo, Familia Schroeder, Nqn, del Añelo-Universidad Austral, Familia Grittini, Valle Perdido, Delta Este, Patritti y Har Vest.

Estas bodegas tienen una capacidad instalada de producción de 20.317.800 litros de vino. De ese monto, 16.207.800 litros corresponden a las entidades agrupadas en la Cámara de Bodegueros de Neuquén.

En general, la cifra de rendimiento para la obtención de orujo integral es de unos 100 litros de vino, a partir de 30kg de orujo de uvas (WineToYou). A partir de esta información, se estipula que la generación aproximada de orujo, dentro de la provincia del Neuquén, será de **62242,56 Tn/año**, con la posibilidad de aumentar esta cifra si nos expandimos a las provincias de Rio Negro y Mendoza.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 19 de 268

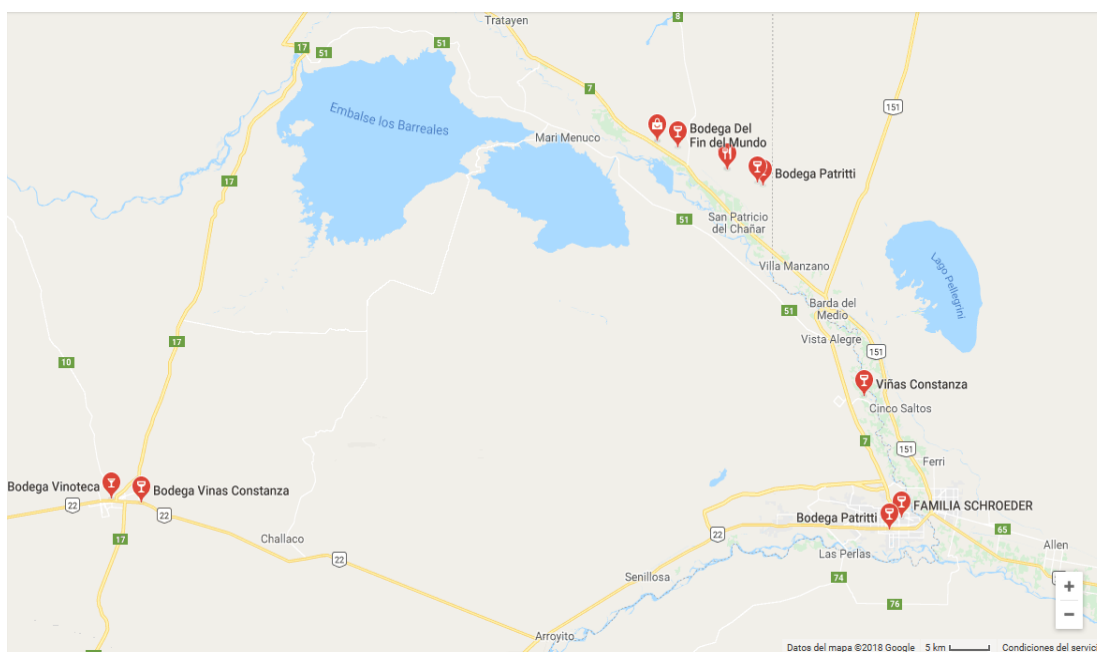




Ilustración 1: Localización de las bodegas existentes en la provincia de Neuquén.

3.2 Mercado Competidor

En el ranking de los grandes productores de etanol pertenecientes a América, se encuentra Argentina ocupando el 7mo lugar, con 14 plantas elaboradoras de etanol. Argentina cuenta con una producción anual de 965.350 m³. Al comparar la industria del etanol de EE.UU. con la de Argentina, se advierte la clara supremacía del primero (198). Su producción, inclusive, duplica a la del 2° productor, Brasil. En la Tabla 2, se detalla el nombre de las mismas, con su producción teórica.

Tabla 2: Capacidad de Producción teórica de las plantas industriales de Bioetanol en Argentina.

Plantas/ Empresas	Capacidad de producción de etanol [m ³ /año]
Plantas que utilizan maíz	
Pro maíz (Alejandro Roca, pcia Cba)	145.000
Bunge y Aceitera Gral Deheza	
ACA Bio (Villa María, pcia Cba)	167.000
Diaser (Provincia de San Luis)	82.500

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 20 de 268

BIO 4 (Rio Cuarto, pcia Cba)	90.000
Vicentín (Avellaneda, pcia Santa Fe)	60.000
Total capacidad de producción Argentina utilizando maíz	544.500
Plantas que utilizan caña de Azúcar	
Compañía Bioenergética La Florida SA – Tucumán	150.000
Bio Ledesma SA - Jujuy	64.000
Alconoa SRL El Tabacal Orán (Salta)	51.000
Bioenergía La Corona (Tucumán)	44.550
Bioenergía Santa Rosa (Tucumán)	40.000
Biotrinidad SA (Tucumán)	30.000
Energías Ecológicas del Tucumán (Tucumán)	25.100
Rio Grande (Jujuy)	29.700
Bio San Isidro (Salta)	16.500
Capacidad total de producción Argentina utilizando caña de azúcar	450.850
Capacidad total de producción Argentina	995.300

Fuente: J.J Hinrichsen, MINAGRI, FADA y relevamiento realizado por la Bolsa de Comercio de Rosario.

3.3 Mercado Consumidor



Un informe efectuado por la Confederación de Entidades del Comercio de los Hidrocarburos de la República Argentina (CECHA) destaca que, durante noviembre 2017, la demanda de combustibles se distribuyó de la siguiente manera: Naftas 53 por ciento y Gasoils 47. Las naftas continúan aumentando su participación”, señalan desde la entidad, al tiempo que resaltan el crecimiento de los productos Premium.

Gracias al crecimiento del mercado de naftas, se evalúan las posibilidades de ingresar como proveedor del principal aditivo que se le agrega a las mismas (12% en naftas).

Nuestro potencial cliente podría ser Y.P.F S. A, que posee una capacidad instalada de 1000m³/día de naftas, a la cual se le agrega un 12% de etanol anhidro. El sistema de agregado de etanol se realiza mediante un sistema de inyección directa a camiones cisternas, los cuales poseen una capacidad aproximada de 30 m³ de combustibles (la capacidad de chicho transporte puede variar), de los cuales 3,6 m³ serán de nuestro producto. La demanda aproximada de Y.P.F S. A es de 43.000m³/año.

A su vez, podemos definir otros posibles clientes, tales como:

- Refinería del Norte S.A

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 21 de 268

- Petrobras S.A
- New American Oil S.A
- Shell C.A.P.S.A
- Polipetrol S.A
- Destilería Argentina de petróleo S.A



3.3.1 Características del Mercado Consumidor

En el año 2010, conforme la entrada en vigencia de la Ley Nacional 26.093/2006, todas las naftas comercializadas dentro del territorio argentino comenzaron a contener un mínimo de 5% de bioetanol. Este escenario, impulsó la producción de dicho biocombustible en el norte del país, a partir de la fermentación de la caña de azúcar. Pocos años después, para suplir la demanda insatisfecha de alcohol, se instalaron plantas de producción de bioetanol a partir de maíz en la región centro del país. En el presente año, se estableció que el producto BIOETANOL a suministrar desde el 31 de diciembre de 2010 poseerá un grado de deshidratación mínimo de NOVENTA Y NUEVE COMA CINCO POR CIENTO EN VOLUMEN (99,5% v/v) por medio de la resolución 733/2009 del Ministerio de Energía y Minería de la Nación. Actualmente, por medio de la Resolución 37/2016 del Ministerio, el porcentaje de corte obligatorio de las naftas con alcohol es del 12%. Además, el Decreto N ° 543 de ese mismo año, estableció una participación equitativa del etanol de caña de azúcar y de maíz para el corte de naftas; esto con la idea de favorecer en la misma medida ambos sectores productivos.

La entrada en vigencia de los distintos porcentajes de corte establecido por la Ley 26.093 período 2010-2016, se puede ver en la ilustración número 2.

Si bien, la producción de bioetanol a partir de orujo de uva, no se encuentra actualmente legislado, se busca el ingreso del mismo al mercado. Esto se debe a que la producción de biocombustibles a partir de materias primas ligadas al mercado de alimentos (biocombustibles de primera generación) posee una serie de impactos negativos. Dentro de estos impactos destacan: la alteración del precio de mercado de los alimentos básicos y la aceleración de la expansión agrícola hacia zonas frágiles del territorio nacional. En los últimos años, ha tomado protagonismo el estudio de los biocombustibles de segunda generación, aquellos derivados de descartes agroalimentarios o forestales.

El precio de los biocombustibles es la única referencia de costo regulada que incide en el precio final del litro de nafta o de gasoil, y al que las petroleras suman el precio internacional del barril de petróleo del tipo Brent, la evolución del tipo de cambio y el incremento inflacionario que afecta sus procesos de producción. La variación del precio de bioetanol a partir de caña de azúcar y maíz pueden observarse en la Ilustración número 3.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 22 de 268

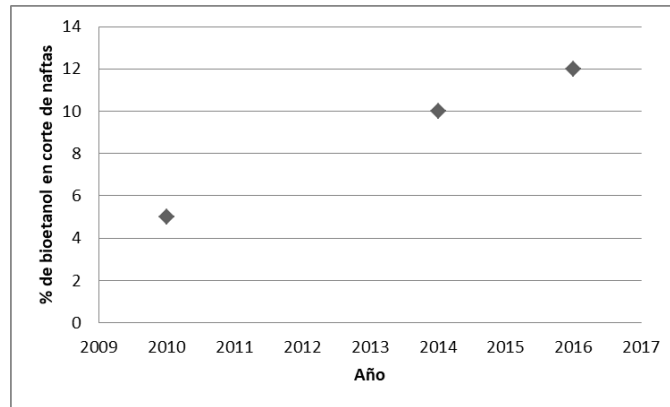


Ilustración 2: Entrada en vigencia de los distintos porcentajes de corte establecido por la Ley 26.093 período 2010-2016.

3.4 Demanda Insatisfecha

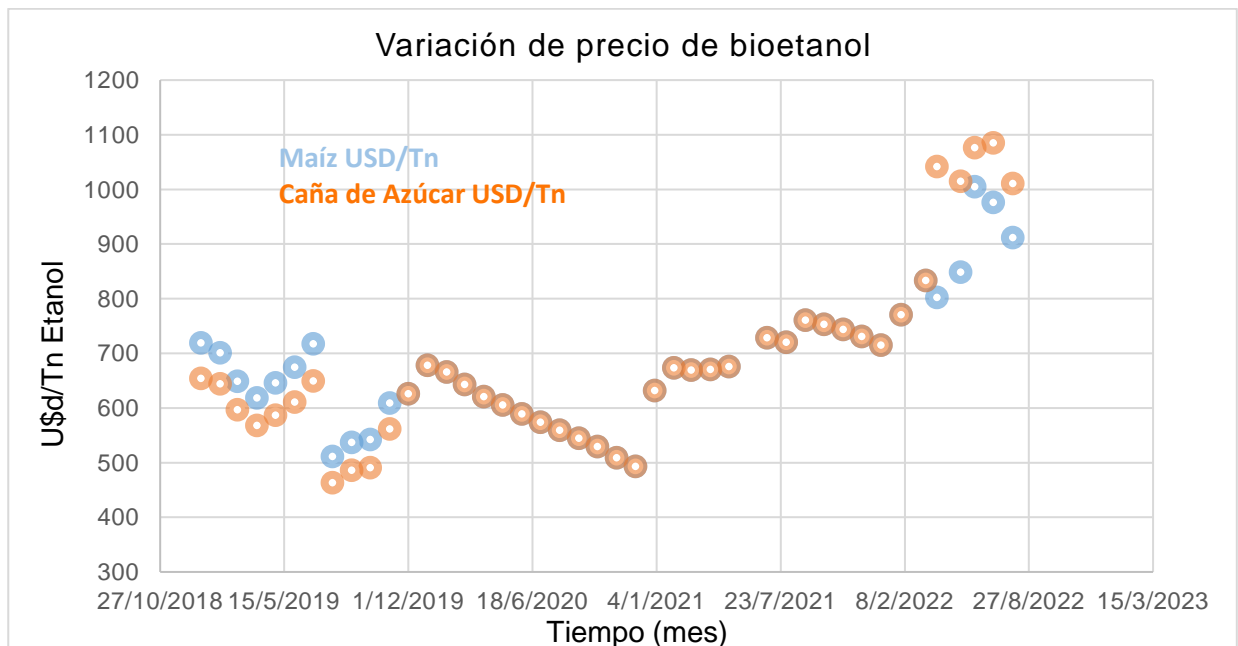




Ilustración 3: Variación del precio de Bioetanol (USD/Tn) según Ministerio de Energía y Minería de la Nación

En base a las estadísticas publicadas por INDEC sobre el primer trimestre del corriente año para el Bioetanol, donde se detalla la Producción y el despacho del mismo hacia el mercado

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 23 de 268

interno, se elaboró el siguiente gráfico (Ilustración 4) donde se evidencia una demanda insatisfecha de 18.789 m³ de Bioetanol a nivel nacional para el mes de Marzo. Siendo ésta superior a meses anteriores.

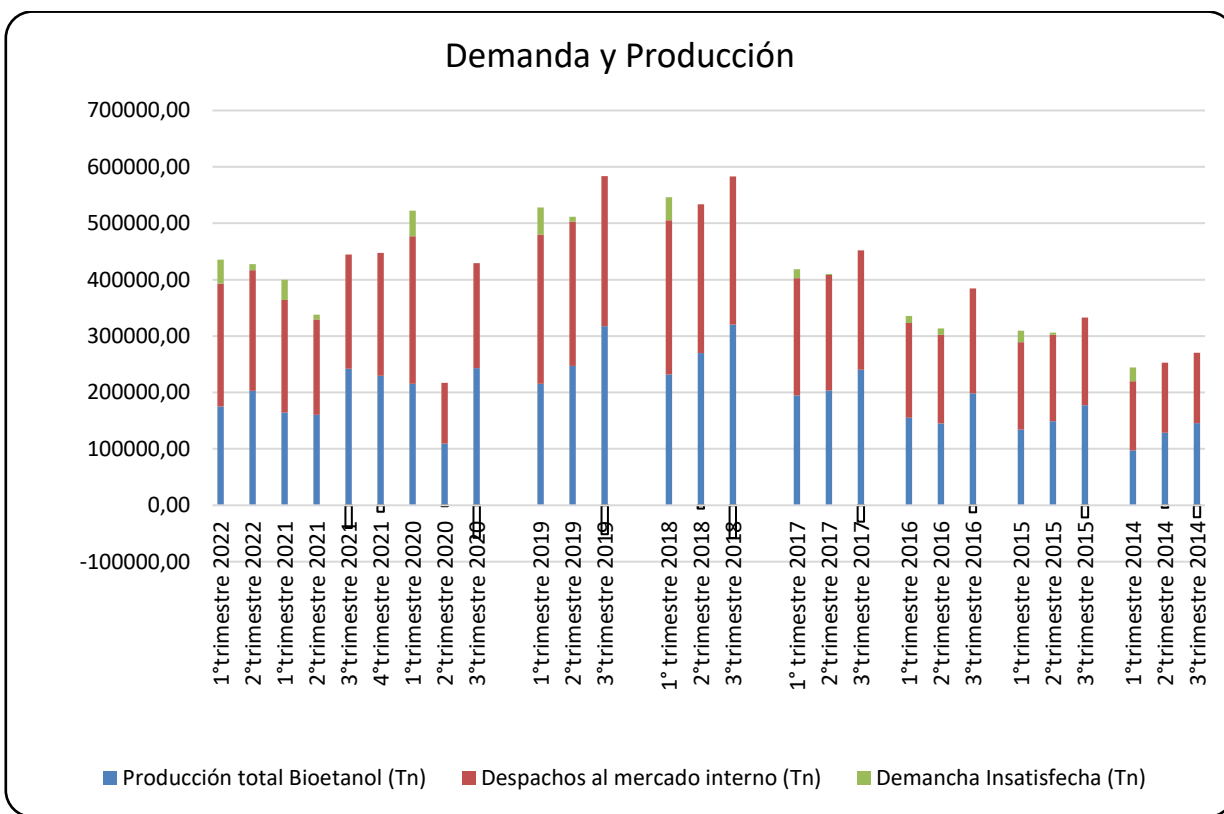




Ilustración 4: Demanda y producción de bioetanol

En el tercer trimestre del año 2021, la producción total de bioetanol muestra un aumento de 51%, como consecuencia del aumento en la producción de bioetanol de maíz y en la producción de bioetanol de caña, en comparación con igual período del año anterior.

Los despachos al mercado interno de bioetanol presentan una suba de 4,21% en el primer trimestre de 2021 con respecto a igual acumulado de trimestres anteriores.

La producción de bioetanol para el primer trimestre de 2022 se ubicó en el trimestre de referencia 5.8% por encima de la producción del mismo trimestre de 2020, mientras que las ventas al corte aumentaron 8.3% en términos interanuales.

Se puede observar que la tendencia es positiva para el ingreso a la industria debido a la demanda insatisfecha observada durante el 1º y 2º trimestre de 2022. La demanda insatisfecha

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 24 de 268

de 2º trimestre de 2022 fue de 10980,00 Tn de etanol según lo informado en el último boletín de energía – Indicadores del sector energético.

3.5 Módulo de Producción

En función de la demanda insatisfecha antes mencionada y la disponibilidad de materia prima en la Provincia de Neuquén; la capacidad instalada de la planta será de **1 207 m³Bioetanol/Año**. Donde se abastecería **el 4,2% de la demanda anual de YPF S.A.** Además, contribuiría a satisfacer **el 12% de esta demanda mensual a nivel Nacional**.

El proceso de producción de bioetanol para satisfacer esta demanda, se ve limitada por la materia prima disponible. Se verá en mayor profundidad en la sección de Bases de Diseño.

3.6 Proyección del consumo aparente para los próximos 10 años

La historia de la demanda del bioetanol comienza en el 2008 cuando se impuso el corte del bioetanol obligatorio en los combustibles. A partir de ahí, siempre se amplió de forma gradual, el porcentaje de etanol en los combustibles. La demanda del bioetanol está completamente ligada a la del combustible y el factor por el cual está ligada es el corte impuesto por el gobierno en ese momento.

La tendencia en el aumento del consumo de nafta no es abrupta, pero al aumentar el corte la demanda del bioetanol, tiene un crecimiento mayor. Es decir, que no solo aumenta por el aumento del consumo de nafta, sino que también por el aumento del corte. Además, se espera que el corte aumente al 25%, esta suba en el corte generará un aumento en un 60% en la demanda del bioetanol.

Junto a la proyección de PBI (Producto Bruto Interno), la demanda de naftas en Argentina y el aumento de corte estimado en combustibles, es posible crear una proyección de la demanda que tendrá el bioetanol en nuestro país (Ilustración 6).

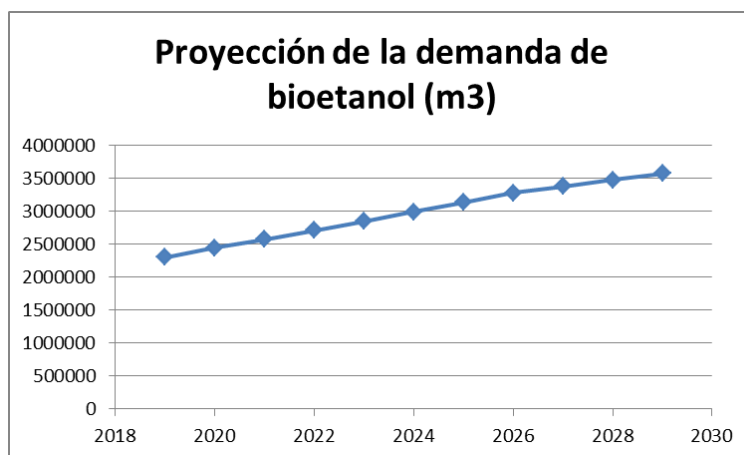




Ilustración 5: Proyección aparente de la demanda de bioetanol.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 25 de 268

4. Bases de diseño

4.1 Objetivo general de la planta

Aportar conocimiento sobre la producción de etanol anhidro ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$), a partir de desechos de la industria vitivinícola (orujo de uva), con el fin de suplir las demandas del mercado interno.

4.2 Productos a elaborar

El orujo de uva contiene una fracción importante de azúcares simples, y otra de azúcares compuestos o polisacáridos. La primera conforma cerca del 40% del peso seco, y está integrada principalmente por fructosa y glucosa. La otra, se encuentra compuesta en su mayoría por celulosa, hemicelulosa y pectina. La lignina es otra macromolécula presente en grandes proporciones. A continuación, se presenta la composición química porcentual de las macromoléculas existentes en los orujos de uva:

Tabla 3: Macromoléculas presentes en los orujos de uva (Valores porcentuales expresados en peso seco).

Polímero	Orujo de vinificaciones blancas (%)
Celulosa	9,2
Hemicelulosa	4
Pectina	5,7
Lignina	11,6
Proteína	7

Fuente: Zhang et al. 2012.



En base a la materia prima elegida, los productos que se obtendrán en el proceso de producción de etanol pueden ser definidos mediante orden de importancia como producto principal y productos secundarios.

4.2.1 Productos Principales

- *Etanol Anhidro* ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$): poseerá un grado de deshidratación mínimo de NOVENTA Y NUEVE COMA CINCO POR CIENTO EN VOLUMEN (99,5% v/v) por medio de la resolución 733/2009 del Ministerio de Energía y Minería de la Nación.

4.2.2 Productos Secundarios

- *Dióxido de Carbono* (CO_2): la generación de CO_2 es un gran problema debido a las consecuencias que generan en el medio ambiente como pueden ser el calentamiento global o el descongelamiento de los glaciares. Puede ser comercializado para la

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 26 de 268

producción de polímeros o puede ser emitido a la atmosfera. Para ello, será necesario cumplir con Resolución 260/17 Control de Emisiones. Ver anexo D.3

- *Levadura S. cerevisiae*: En el caso de las levaduras que se emplean para la fermentación de la biomasa, se las somete a un proceso de recuperación y purificación, que hace que la levadura recuperada no presente grandes niveles de contaminación y por lo tanto puedan ser vendidas como alimento para animales o para la fabricación de cosméticos.
- *Residuo de fermentación*: permiten la fabricación de biofertilizantes. Estos abonos orgánicos permiten una mayor recuperación de los suelos y una mayor fijación del carbono debido a su origen animal o vegetal.
- *Agua residual del proceso*: Se debe cumplir la reglamentación para agua, para ser utilizada como agua de riego. Ver Anexo D.1.
- *Vinazas*: el residual de la destilación. Uno de los principales problemas ambientales de la industria del bioetanol son las vinazas procedentes de los procesos de destilación para obtener el etanol azeotrópico. Las vinazas son los fondos que quedan en los calderines de las torres de destilación. Son líquidos oscuros, con una gran cantidad de sólidos suspendidos, tanto de materia orgánica como inorgánica, así como altos valores de DBO (30000 a 60000 mg/lit) y DQO (100000 g/lit). Una destilería típica puede producir cerca de 20 lit de vinazas por cada lit de etanol producido. Además, estos residuos poseen un gran contenido de sales (con predominio de iones K, Ca y SO₄) y un pH bajo. Para su vertido, es necesario cumplir con Ley 25612 RESIDUOS INDUSTRIALES. Ver Anexo D.2



4.2.2.1 Grado de contaminación

Como se menciona anteriormente, los efluentes más agresivos son CO₂ y vinazas.

Los volúmenes generados de CO₂ no son relevantes y no es un gas contaminante por lo que se lo libera al medio ambiente sin necesidad de ningún tratamiento previo.

Por otro lado, se tiene como efluente del proceso a las vinazas. Si bien es cierto, que el impacto ambiental causado por las vinazas es alto, puede considerarse que tienen un gran valor como enmiendas de suelos por su contenido de sales de nitrógeno, potasio y otros componentes útiles para el suelo. Estas características de la vinaza siempre han sido reconocidas, por lo cual se ha tratado de darles un uso posterior en lugar de su simple vertimiento (Duran et al., 1991). Este efluente no afecta a la salud, pero consumen oxígeno del agua y provoca la mortalidad de los peces, además de emanar olores nauseabundos por la descomposición de la materia orgánica con la que está formada.



Según LEY 24.051, se considera a este efluente como un residuo peligrosos.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 27 de 268

4.2.2.2 Tratamiento de residuos

Dentro de la producción de etanol se producen ciertos residuos y/o efluentes que si no se les da el tratamiento adecuado tienen un impacto negativo en el medio ambiente. A continuación, en el cuadro siguiente se detallarán los residuos y los métodos de tratamiento propuestos:

Residuo y/o efluente	Tratamiento propuesto
CO ₂	Debido a que en nuestro proceso se emite dicho gas en pequeñas proporciones lo que se propone es utilizar una antorcha de venteo para su eliminación. Para dicha emisión nos valdremos del Decreto provincial N°0029 anexo I.
Residuo de fermentación	Neutralización y purificación para uso de fertilizantes.
<i>Levadura S. cerevisiae</i>	Proceso de recuperación y purificación.
Vinazas	Dentro de nuestros efluentes es el que se produce en mayores proporciones. Dicho efluente está compuesto en su mayoría por agua, materia orgánica y materiales minerales. De las aguas de residuo en el proceso de obtención de etanol a partir de caña de azúcar las de mayor volumen son aquellas que provienen de los fondos de la primera columna de destilación, conocidas como vinazas. El tratamiento propuesto consiste en enviar a las vinazas a piletas de enfriamiento en donde se baja la temperatura del mismo, esto se realiza en un tanque ecualizador. Posteriormente se lleva a cabo una neutralización con el objetivo de poder cambiar el Ph de la vinaza y llevarla a aproximadamente un Ph de 6.5 para que se lleven a cabo las operaciones posteriores con mayor eficiencia. Finalmente, se envía al proceso de sedimentación cuya operación se llevará a cabo en un sedimentador convencional que contará con un sistema de agitación por propela y que sea de velocidad variable para lograr de esta forma que precipiten gran parte de los sólidos suspendidos. De esta forma sucede el proceso de coagulación- precipitación y floculación. A su vez sabemos que este tipo de unidades puede

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 28 de 268

bajar el contenido de DQO hasta aproximadamente un 40% del DQO.

Tabla 4: Efluentes y su tratamiento

4.3 Descripción general de proceso

Cualquiera que sea el diseño conceptual específico que se adopte, todos incluyen una serie de etapas imprescindibles: el pre-acondicionamiento de la materia prima, el pre-tratamiento de la misma, la hidrólisis de los polímeros constitutivos, la fermentación y la concentración hasta los tenores demandados por el mercado.

I. Pre-tratamientos de la biomasa lignocelulósica



El propósito de los pre-tratamientos es aumentar la susceptibilidad del material, para lo que es necesario remover la lignina y la hemicelulosa, reducir la cristalinidad de la celulosa, e incrementar la porosidad de los materiales. La tecnología ideal de pre-tratamiento debe cumplir los siguientes requerimientos: (Sun and Cheng, 2002) aumentar la formación de azúcares o la habilidad de formar azúcares, minimizar la degradación o pérdidas de carbohidratos, impedir la formación de co-productos colaterales inhibitorios para los procesos de hidrólisis y fermentación subsecuentes y ser efectivo económicamente. Con la aplicación del pre-tratamiento se consigue además, remover total o parcialmente la lignina y la hemicelulosa, disminuir la cristalinidad de la celulosa y en algunas ocasiones, reducir el tamaño de las partículas del material (Gong et al., 1999). Dada la naturaleza cristalina del polímero celulósico y su asociación natural con la hemicelulosa en una matriz de lignina, resulta un material sumamente refractario a los ataques químicos. De esta propiedad surge el requerimiento de someter la materia prima

lignocelulósica a un pre-tratamiento, antes de su ingreso al proceso de hidrólisis.

Estos pre-tratamientos modifican la masa lignocelulósica por: desfibración, solubilización y remoción de la hemicelulosa, reducción del grado de polimerización de la molécula de celulosa y alteración de la lignina.

Tabla 5: Clasificación de los pre-tratamientos.

Físicos	Químicos	Biológicos	Combinaciones
Molienda	Ácidos Orgánicos	Biopulpado	Autohidrólisis
Irradiación gamma	Ácidos Inorgánicos	Hongos de putrefacción blanca	Congelamiento explosivo
	Alcalinos	Maceraciones (pectinolítica,	Explosión de vapor

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 29 de 268

xilanolítica)
Oxidantes
Organosolventes

a. Pre-tratamientos físicos

Estos a su vez se dividen en mecánicos, térmicos y radiactivos. Aunque los métodos del pre-tratamiento mecánico aumentan la reactividad de la celulosa hacia la hidrólisis enzimática, ellos son alternativas poco atractivas por su gran consumo de energía y costo de capital (**Ghosh, 2003**)

Los métodos térmicos como la pirólisis causan descomposición extensa del material. La pirolisis de todas formas no es un método adecuado para una posterior hidrólisis. La irradiación por rayos gamma produce una depolimerización y descomposición de la celulosa. El material resultante posee un menor grado de cristalinidad. A dosis mayores de radiación el carbohidrato es destruido. (**Puls, 1985**)

b. Pre-tratamientos físico-químicos.

Todos los pre-tratamientos de esta categoría consideran el uso del vapor para modificar la estructura lignocelulósica.



c. Pre-tratamientos químicos

Los métodos químicos de pre-tratamiento se pueden subdividir en dos categorías: reactivos removedores de lignina y/o hemicelulosa y reactivos disolventes de la celulosa.

La utilización de una mezcla de solvente orgánico acuoso con un ácido inorgánico (HCl o H₂SO₄) o bases (NaOH, Carbonato) como catalizador provoca la ruptura de los enlaces internos de lignina y hemicelulosa. Los solventes orgánicos más usados en el proceso incluyen metanol, etanol, acetona, etilenglicol, trietilenglicol y alcohol tetrahidrofurfurool. El uso del etanol como solvente en el pre-tratamiento Organosolv de materiales lignocelulósicos con el objetivo de obtener etanol, hace más factible el proceso por la facilidad de su disponibilidad, su origen renovable y recuperación, así como por incorporar al proceso en estudio un solvente que no es tóxico, siendo altamente compatible con el resultado del proceso industrial, lo que disminuye los riesgos de impacto ambiental y contaminación de los productos y corrientes intermedias.

d. Pretratamientos biológicos

Estos pre-tratamientos usan microorganismos degradadores de madera que atacan a la lignina. Estos incluyen bacterias, hongos de pudrición blanda, café y blanda. La biodegradación de la lignina es un proceso oxidativo que produce CO₂ como producto final.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 30 de 268

Los agentes responsables de la degradación son enzimas extracelulares como la ligninaperoxidasa (LiP), peroxidasa dependiente de Mn (MnP) y lacasa, hasta el momento no se ha dilucidado el rol que cumple cada una en el proceso.

II. Hidrólisis de la biomasa lignocelulósica

El proceso de obtención de etanol a partir de un residuo lignocelulósico involucra como etapa fundamental la producción de azúcares fermentables a partir de celulosa y hemicelulosa. Después que el material lignocelulósico ha recibido determinado pretratamiento se realiza el proceso de la hidrólisis de la celulosa y las hemicelulosas. Este proceso puede ser de dos tipos:



- 1)-Procesos de hidrólisis ácida.
- 2)-Procesos de hidrólisis enzimática.

a. Hidrólisis ácida

La hidrólisis ácida consiste en un proceso químico que, mediante el empleo de catalizadores ácidos, transforma las cadenas de polisacáridos que forman la biomasa (hemicelulosa y celulosa) en sus monómeros elementales. Este tipo de hidrólisis puede realizarse empleando diferentes clases de ácidos como el sulfuroso, clorhídrico, sulfúrico, fosfórico, nítrico y fórmico. Sin embargo, sólo los ácidos clorhídrico y sulfúrico han sido empleados a escala industrial. La mayoría de los procesos de hidrólisis ácida más desarrollados incluyen una etapa de prehidrólisis con la finalidad de hidrolizar previamente la hemicelulosa en condiciones de reacción más suaves, logrando altas recuperaciones de la xilosa al evitar o reducir su descomposición a furfural.

Tabla 6: Ventas y desventajas de diferentes métodos para hidrólisis enzimática

Tipo de operación	Tipo de ácido	Características	Desventajas	Ventajas
Ácidos concentrados	H ₂ SO ₄	La celulosa se solubiliza en ácido sulfúrico al 72% en peso.	Recuperación y reciclado del ácido al proceso.	Rendimientos del 90% de la celulosa teórica.
	HCl	La celulosa se solubiliza en ácido clorhídrico al 42% en peso.	Requiere de materiales	Hidrolizan con relativa rapidez.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 31 de 268

resistentes a la corrosión. Grandes volúmenes del reactor. Tiempo de residencia alto. Desaprovechamiento de la fracción de hemicelulosa.			
Ácidos diluidos	H_2SO_4 y HCl	Aproximadamente 2% en peso.	Demanda energética alta Altas temperaturas Corrosividad moderada
			No necesita reciclado de ácido



III. Fermentación

Luego de completada la hidrólisis de la celulosa y la hemicelulosa, la tecnología subsiguiente requerida para la fermentación a etanol, no difiere básicamente de la aplicable a otras soluciones de azúcares, excepto en algún detalle cuando la etapa hidrolítica ha generado agentes inhibidores.

a. Procesos combinados.

El enfoque más novedoso en este campo es la combinación de la fermentación con la hidrólisis enzimática mediante dos alternativas fundamentalmente: la Sacarificación y Fermentación Simultánea (SFS), y la Sacarificación y Fermentación Acopladas (SFA). Las principales ventajas de estos sistemas son el incremento de la velocidad de hidrólisis, debido al decrecimiento continuo de la concentración de glucosa por su asimilación mediante los microorganismos fermentadores, lo cual deriva en la minimización de la inhibición por producto de la etapa hidrolítica y la consiguiente mejora en el rendimiento global de la producción de etanol.

Entre las ventajas citadas con respecto al sistema secuencial tradicional de hidrólisis y fermentación posterior, se incluyen la mejora del rendimiento debido a la remoción de la lignina que inhibe al complejo enzimático de celulosa, el hecho de la concentración alcohólica, debido a la limitante dada por la concentración inicial de celulosa nunca alcanza un nivel inhibitorio para las celulosas ni para las levaduras, la volatilidad del etanol como producto, que permite

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 32 de 268

una recuperación más simple que la de la glucosa en el método tradicional, el incremento de las levaduras, etc.

Sin embargo, aún resta resolver algunas desventajas técnicas del método. La fundamental está referida a la necesidad de trabajar a una temperatura de compromiso intermedia entre las óptimas para la sacarificación (50°C) y para la fermentación (30°C) respectivamente.

b. Sacarificación y fermentación acopladas.

Esta alternativa constituye una respuesta tecnológica a la desventaja principal de la SFS. En este caso se opera un sistema de dos columnas acopladas con recirculación continua de la solución acuosa entre ambas, manteniendo una de ellas a la temperatura óptima de hidrólisis, y operando la restante a la temperatura más adecuada para maximizar los rendimientos en etanol.

c. Fermentación de pentosas.

Las investigaciones actuales se centran en el estudio de microorganismos capaces de fermentar las fracciones de 5 átomos de carbono (xilosa y arabinosa) a etanol. Otra alternativa a la fracción hemicelulósica sería su transformación a otros productos mediante conversión catalítica y/o fermentación (xilitol, acetona, butanol, ácido acético). Uno de los principales problemas en la producción de etanol de biomasa lignocelulósica es que las levaduras *S. cerevisiae* solo pueden fermentar mono y disacáridos como la glucosa, fructosa, maltosa y sacarosa. Estos microorganismos no son capaces de asimilar directamente la celulosa y hemicelulosa. Las pentosas que se obtienen por la hidrólisis de la hemicelulosas, tampoco pueden ser fermentadas por este tipo de levaduras. Una solución para este tipo de problema puede ser el uso de algunas especies de levaduras con bacterias. Algunos tipos de levaduras, tales como *Pichia stipitis*, *Cándida shehatae* y *Pachysolen tannophilus*, pueden asimilar las pentosas, pero su velocidad de producción de etanol a partir de glucosa es 5 veces menor que la observada para la *S. cerevisiae*.



IV. Concentración de etanol.

Dos de los obstáculos fundamentales que previenen la producción masiva del etanol a partir de biomasa lignocelulósica, son las bajas productividades globales y los elevados consumos energéticos. En particular la etapa de concentración de los mostos generados en los fermentadores es la etapa más intensiva energéticamente.

Varios son los autores que han estudiado diversas alternativas para la misma, aunque ninguna haya alcanzado al presente la masividad de aplicación de la técnica convencional de destilación y sus modificaciones y optimizaciones.

4.3.1 Descripción del proceso elegido

Para la producción de bioetanol a partir de orujos de uva, se tienen las siguientes etapas generales:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 33 de 268

- Almacenamiento y conservación
- Pre tratamiento Mecánico
- Pre tratamiento Térmico
- Pre tratamiento de la materia prima e hidrólisis de la celulosa.
- Sacarificación de la celulosa y fermentación de los azúcares.
- Destilación y deshidratación del producto.

Para cada paso existen varias tecnologías y configuraciones basadas en la configuración de procesos, combinando los diversos métodos de las 4 etapas anteriormente mencionadas, se constituyen la ruta tecnológica elegida para este proceso. El abanico de posibilidades puede observarse en Ilustración 7.

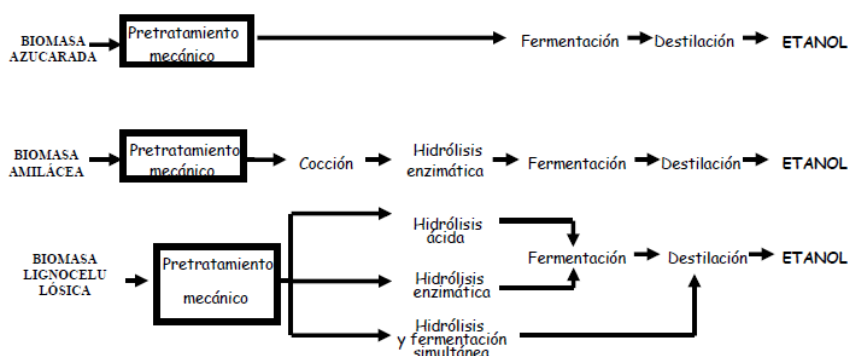




Ilustración 6: Fuentes de obtención de etanol.

Los pre tratamientos químicos con álcalis o ácidos, en particular con ácido sulfúrico diluido, presentan ventajas por su fácil implementación, bajo costo y elevada eficacia (Kumar et al., 2009).

Basándonos en las ventajas que ofrecen el pre tratamiento con ácido diluido, se propone este método a modo de desintegrar la matriz lignina-carbohidratos, para que la celulosa reduzca su grado de cristalinidad, y, por ende, sea más accesible al posterior tratamiento bioquímico.

4.3.1.1 Descripción de etapas del proceso

Teniendo en cuenta que la levadura *Saccharomyces cerevisiae* solo tiene la capacidad de fermentar monosacáridos para generar etanol, se realizan procedimientos sobre el material lignocelulósicos para fragmentar los polisacáridos presentes y así, aumentar el rendimiento del proceso. Uno de los procedimientos de mayor difusión, es el de la sacarificación enzimática. Al tener las enzimas una limitada accesibilidad a los polisacáridos, se realizan ciertos pre tratamientos del material con el objetivo de: remover parte de la lignina y la hemicelulosa (compuestos que forman barreras contra el ataque enzimático), reducir la cristalinidad de la

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 34 de 268

celulosa y aumentar la porosidad del material. Si el material no fuese tratado, las fibras de celulosa (con una alta cristalinidad) resultarían impermeables al ataque enzimático por estar dentro de una matriz de hemicelulosa y rodeadas de lignina (Riaño 2010; Cortínez Villalobos 2010). A continuación, se detallan las etapas del proceso de producción de bioetanol:

1. Almacenamiento y conservación: en esta etapa se busca la forma más eficiente de conservación del orujo de uva teniendo en cuenta que bajo condiciones anaerobias se produce rápidamente la fermentación de las mismas llegando a producirse hongos que provocan malos olores para lo cual se propone el almacenamiento de los mismos en contenedores de cemento o silos que son lugares enterrados o bien elevados cerrados de cemento con un lado abierto que permita la carga y descarga de los mismos y que a su vez tienen una gran capacidad de almacenamiento. Una vez que el silo está lleno se lo compactará y sellará de forma tal de eliminar al máximo el contenido de aire, para lo cual se puede colocar una tela de nylon con arena fina en forma de capa recubriendo la misma. A su vez se debe tener en cuenta que en el orujo que este en contacto con la tela pueden producirse hongos para lo cual se propone agregar un ácido fuerte como el sulfúrico o fosfórico teniendo en cuenta la siguiente relación de que se deben agregar un 1L cada 200-400 kg de orujo, con el fin de disminuir el pH del orujo de forma tal de limitar la acción de bacterias y/o hongos que puedan disminuir en las etapas posteriores una fermentación limpia. Entonces como reglas generales buscaremos:

- Una buena compactación dentro de los silos disminuyendo así el contacto de nuestra materia prima con el aire.
- Mantener temperaturas inferiores a los 22°C para que de esta forma no se produzca rápidamente el proceso de fermentación y el desprendimiento de malos olores que puedan llegar a producirse por presencia de hongos, etc.
- Recubrimiento de las paredes de los silos con materiales como las resinas epoxi que pueden permitir una buena higiene de los contenedores.

Silo metálico con cono de concreto enterrado

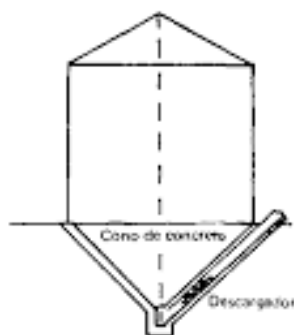






Ilustración 7: Silo de cemento

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 35 de 268

2. **Pre tratamiento Mecánico:** Consiste en la molienda del material de trabajo, ya sea en estado húmedo o seco. Esta molienda, además de aumentar la superficie de contacto del residuo lignocelulósicos, es capaz de disminuir la cristalinidad y la polimerización de la celulosa, facilitando de esta forma su degradación a monómeros.
3. **Pre tratamiento Térmico:** El material se somete al efecto del agua caliente con el objetivo principal de solubilizar la hemicelulosa y aumentar la permeabilidad del material. En trabajos realizados sobre orujos de uva se han reportado rendimientos positivos en el valor de azúcares reductores por el uso de temperaturas menores (100°C) (Corbin et al. 2015)
4. **Pre tratamiento con ácido sulfúrico diluido:** se transporta la materia prima desde los silos hacia un tanque pre mezcla, donde se le adiciona agua para obtener una mezcla 1:1. Esta corriente, es enviada al tanque de pre tratamiento ácido, en donde ingresa vapor de agua y una corriente de ácido sulfúrico al 98%, quedando una solución de 1% P/V de ácido sulfúrico.
 El producto del pre tratamiento se enfría para luego alimentar un filtro donde se obtiene un producto que contiene gran parte de celulosa y un filtrado que consiste en una solución acuosa de ácido sulfúrico, lignina y azucares.
 Para aumentar el rendimiento del proceso, se requiere eliminar la lignina y neutralizar el ácido sulfúrico. Primero se enfría el filtrado, con el objetivo de precipitar la lignina.
5. **Sacarificación de la celulosa y fermentación:** el producto con celulosa obtenido en el primer filtrado, se transporta a un tanque de mezclado donde se le adiciona agua. Posteriormente se enfría la corriente en un intercambiador de calor, y es enviada a una serie de tanques de sacarificación y fermentación simultanea junto con el complejo biológico (*S. cerevisiae*). El producto gaseoso de la fermentación está compuesto por una mezcla de dióxido de carbono (CO₂) y etanol. Se recolectan los productos gaseosos de los tanques y son enviados a las torres de absorción con agua en contracorriente. Las corrientes de fondo son enviados a purificación.
6. **Destilación y deshidratación del producto:** Una vez obtenido el etanol, se llevará a cabo una destilación con objeto de rectificar y purificar el etanol. Este proceso se realiza de forma convencional con el objeto de eliminar el agua presente en el combustible. Teniendo en cuenta que el punto de ebullición del etanol es de 78.3°C y el del agua es 100°C, se llevara a cabo un calentamiento de la masa provocando así la evaporación del etanol y con ello su separación. La destilación y la adsorción con tamices moleculares se usan para recuperar el etanol del caldo de fermentación obteniéndose etanol a 99,5% en peso de pureza. La destilación se lleva a cabo en dos columnas, la primera remueve el CO₂ disuelto (que es enviado a la torre de absorción) y la mayoría del agua obteniéndose un destilado con 50% en peso de etanol y unos fondos con una composición inferior al 0,1% en peso; en esta columna se alimenta junto al caldo de fermentación el etanol recuperado en la absorción proveniente de los gases de fermentación. La segunda columna concentra el etanol hasta una composición cercana a la azeotrópica. El agua restante es removida de la mezcla mediante adsorción en fase vapor en dos lechos de tamices moleculares. El

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 36 de 268

producto de la regeneración de los tamices es recirculado a la segunda columna de destilación.

El proceso simplificado, puede ser observado en la Ilustración 9:

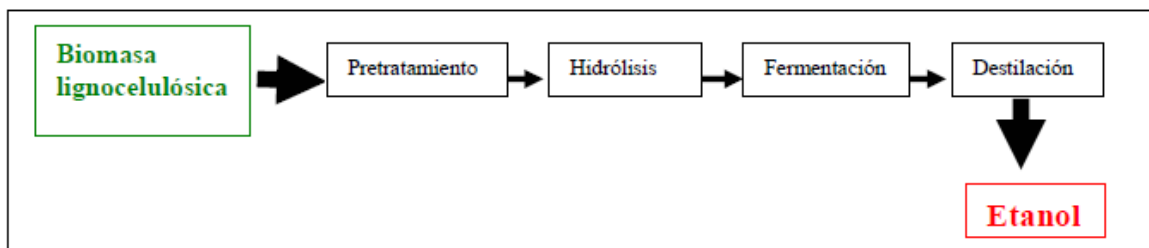


Ilustración 8: Proceso simplificado para producción de bioetanol

4.3.2 Servicios auxiliares

Los servicios auxiliares que se usarán dentro de la planta serán:

a. Agua

La importancia de los sistemas de agua radica no solo en el consumo humano y de higiene en las oficinas, sino también en el proceso y sistemas de red contra incendio.



La misma es utilizada para formar una mezcla acuosa con orujo triturado, riego, servicios de mantenimiento, uso para el personal, sistema contra incendio, etc. Se propone utilizar agua del embalse Los Barreales o Río Aluminé, de acuerdo con la posible ubicación geográfica de la planta (entre las bodegas principales de nuestra Provincia).

El sistema de agua, como mencionamos antes, puede subdividirse en varios sistemas de interés ingenieril a la hora de aplicarse en la planta. Todos ellos utilizan agua de red.

1. Sistema de agua para uso personal
2. Sistemas de agua contra incendio
3. Sistemas de generación de vapor
4. Sistemas de agua de enfriamiento

Los sistemas de generación de vapor y el de agua de enfriamiento, necesitan agua descalcificada para su funcionamiento óptimo, garantizando la mínima cantidad de incrustaciones en los equipos principales de cada uno de ellos.

b. Sistema de generación de vapor

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 37 de 268

Para garantizar las necesidades de calentamiento de las corrientes de la planta se instalará una caldera, equipo generador de vapor, producido por la transferencia de calor a presión constante, en el que el fluido inicialmente en estado líquido se calienta y cambia de estado. Dicha caldera se considerará en el cálculo de consumo de gas como servicio auxiliar.

c. Aire

Utilizado para accionar instrumentos, respiración, combustión, movimiento de fluidos, etc. Mediante inyectores y compresores, es posible obtener el aire de la atmosfera, para luego utilizar este servicio auxiliar dentro de la planta.

d. Energía

Funcionamiento de equipos, sala de control, iluminación. El suministro de energía eléctrica será otorgado por EPEN, Ente Provincial de Energía del Neuquén.

e. Gas Natural

Servicio que será adquirido por compañía distribuidora de gas TGS, y su transporte será mediante gasoductos.



f. Nitrógeno

Utilizado para inertizar tanques de almacenamiento y tuberías, presurización, impulsión de fluidos. Debido a la cercanía de la empresa, se adquirirá este servicio mediante la Empresa AIR LIQUIDE ARGENTINA S.A.

4.3.3 Equipos

Para el correcto funcionamiento de la planta, es necesario contar con ciertos equipos. Estos pueden identificarse en base a las etapas de proceso para la producción de etanol. A continuación, se detallan los principales equipos de la planta:

- Pulverizadores mecánicos: Molida en molinos de bolas (0,2 a 2,0 mm), de cuchillas o martillos.
- Tanques varios: para almacenamiento de materia prima, para mezcla, para almacenamiento de producto.
- Calderas: Calentamiento de agua.
- Intercambiadores de calor: enfriar o calentar corrientes.
- Torres de rectificación: utilizadas para la separación del producto principal.
- Condensadores
- Reboilers: para recalentar corrientes en la columna de destilación.
- Bioreactores: utilizado para el proceso de fermentación.
- Bombas: para envío de corrientes.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 38 de 268

4.4 Listado de documentación a entregar

A continuación, se nombra la documentación que se entregara en el proyecto:

- Flowsheet del proceso
- Layout de la planta
- Planos de la planta realizados en AutoCAD.
- Mapa de localización de la empresa.
- Diagrama de ingeniería de equipos fundamentales.

4.5 Identificación de normas, permisos y requisitos medioambientales, de seguridad y de diseño de recipientes y estructuras

4.5.1 Normas, permisos, requisitos ambientales y seguridad.

a. Servicios auxiliares

Para los distintos servicios auxiliares, se deben cumplir las siguientes normas y reglamentos.

- **Agua:** El agua tratada de procesos, debe cumplir con ciertos requisitos para su vertido al suelo, ya que será utilizada como agua de riego. Los LÍMITES PERMISIBLES EN EL VERTIDO A CURSO DE AGUA pueden ser observados en Anexo D, Legislaciones.
- **Electricidad:** Será necesario cumplir con el REGLAMENTO GENERAL PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Resolución P/Nº 0242/07.

b. Sistemas de seguridad



Para sistemas de seguridad, se debe cumplir la REGLAMENTACION DE LA LEY 13660 DECRETO 10.877/60. Este reglamento garantiza la seguridad de las instalaciones de elaboración, transformación y almacenamiento de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos.

c. Requisitos mínimos para puesta en marcha.

Para la puesta en marcha de la planta, es necesario cumplir con Resolución 1296/2008 de la SECRETARIA DE ENERGIA. Este reglamento establece las condiciones mínimas que deben cumplir las plantas de elaboración, almacenamiento y mezcla de biocombustibles en relación a la seguridad en caso de incendio.

d. Seguridad para el trabajador

La Ley 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, y sus decretos Reglamentarios 351/79 y 1338/96 determinan las condiciones de seguridad que debe cumplir cualquier actividad industrial a nivel nacional.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 39 de 268



Esta ley, a su vez, establece la obligación de contar con un Servicio de Higiene, Seguridad y Medicina Laboral, a través de profesionales competentes en Seguridad y Medicina del Trabajo.

En líneas generales las condiciones de seguridad que se deben cumplimentar, y que el servicio de Seguridad, Higiene y Medicina Laboral, a través de su asesoramiento, debe controlar con visitas periódicas y mediciones en planta.

e. Normas para diseño de equipos

A continuación, se detallarán algunas normas y/o decretos a aplicar para el diseño de los equipos de la planta de producción:

- **Tanques de almacenamiento:** se deberá considerar una distancia mínima de 15 entre los tanques de almacenamiento y el límite de propiedad de planta según lo expuesto en la Ley 13.660 Decreto N° 10.877 y en la Resolución 1296/2008. a su vez también se tendrá en cuenta la Resolución 1296/2008, Art. 96, según la cual los tanques de almacenamiento de líquidos combustibles deberán estar protegidos por sistemas de enfriamiento por agua pulverizada.
- **Calderas:** en cuanto al diseño de calderas se puede acudir al código de diseño ASME 2010, Sección IV y Sección VI que son algunas recomendaciones y reglas para el mantenimiento de calderas y calentadores. IRAM-IAPG A 2507 que habla sobre las presiones y temperaturas normales para dicho equipo. Según el Art.42, Cap 5, Anexo I, del Dto. 351/79 en aquellos municipios donde no existieran códigos en la materia, se adoptara como base el de la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires. Por ellos podemos aplicar al diseño e inspección de las mismas la Resolución 231/96, Resolución N° 1126/07.Modificatoria; en el artículo 1 de dicha resolución nos dice que para recipientes sometidos a presión interna y que se trabaja con fuego el volumen mínimo será de 200litros y/o presión de trabajo manométrica mínima de 0,5 kg/cm2.
- **Torre:** la OSHA 1910.27 que especifica cómo deben ser las escaleras de mano se tendrá en cuenta a la hora de llevar a cabo el diseño de la torre.
- **Bomba:** se aplicará la norma API Std 610 que se basa en establecer una bomba que opere en condiciones eficientes y óptimas ante trabajo pesado. Los códigos a aplicar en el diseño de las mismas son el código ASME B73.1 que son especificaciones para bombas centrífugas de succión horizontal para procesos óptimos; y, el código ASME B73.2 en la cual se esbozan algunas especificaciones para bombas centrífugas verticales en línea para procesos químicos.
- **Biorreactor:** para el diseño de biorreactor se tendrá como base el código ASME BPVC, Sección VIII que son algunas reglas para la construcción de los mismos.
- **Tubería:** en el caso del diseño de las tuberías se tendrá en cuenta el código ASME B31, que da algunos requerimientos para el diseño de tuberías a presión, tuberías de proceso, para distribución de gas.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 40 de 268

5. Balance de materia y energía globales

El balance de masa para el proceso es fundamental ya que nos permite saber qué cantidad de materia, tanto de los reactivos como de los productos, se deberán manipular para llevar a cabo el mismo.

El balance de masa se basa en la Ley de la conservación de la masa, que establece que la masa no se crea ni se puede destruir en un proceso físico o químico, solo se transforma. Por lo que este concepto dice que no se podrá obtener el producto deseado sin contar con los reactivos para la reacción, como así también los requerimientos de la misma, y tampoco se podrá obtener mayor cantidad de producto del que permita la estequiometría.

En base a la descripción del proceso detallado en la sección anterior, se procedió a la confección del diagrama de flujo general (Figura 8). El mismo, representa una herramienta importante para poder comprender el proceso a simple vista, y así poder confeccionar una aproximación para el balance de masa global del proceso.


El orujo de uva está formado por la piel, las semillas y el raspón, constituyendo un 13% del peso de la uva procesada. Su composición química es bastante compleja: alcoholes, ácidos, aldehídos, ésteres, polifenoles, sustancias minerales, azúcares, etc. En su composición incluye carbohidratos, fibra, grasas, proteínas y sales minerales. El principal componente de la fibra es la lignina, seguida de hemicelulosa, celulosa y pectina.

De acuerdo a datos experimentales, se determinó que el orujo de uva posee las siguientes características:

Tabla 7: Características de materia prima

Determinación	Valor
Humedad (%)	35
Cenizas (%)	3.8
Material Volátil (%)	36
Celulosa (% P/P)	10.3
Hemicelulosa (% P/P)	6.5
Lignina (% P/P)	37.3
Azúcares Totales mg/g de orujo seco	38.3

De los cuales 40% de los azúcares totales, son azúcares simples y 60% de azúcares compuestos.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 41 de 268

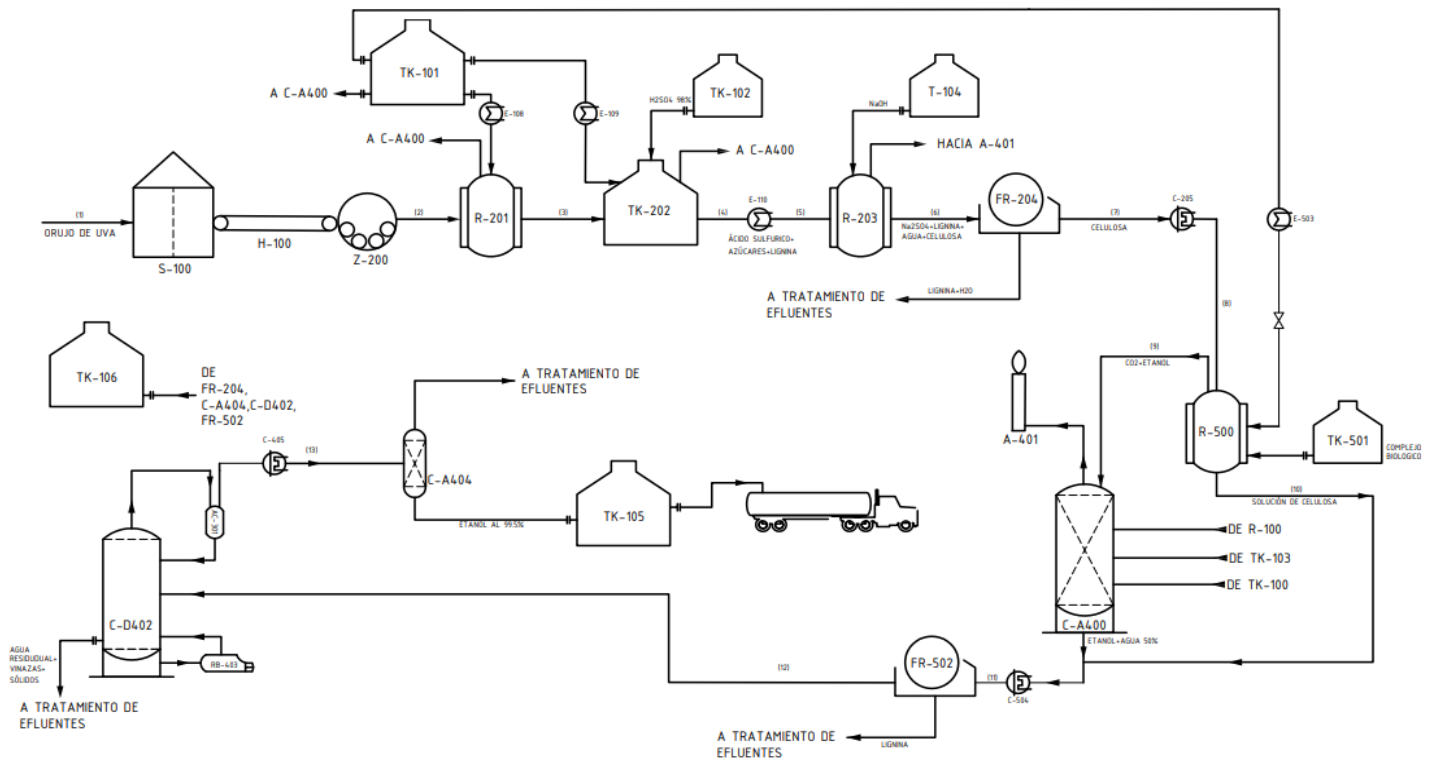
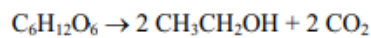


Ilustración 9: Diagrama de flujo del proceso de obtención de bioetanol a partir de orujo de uva.

5.1 Balance de materia global

De acuerdo a los datos determinados para orujo, junto a los datos proporcionados por el proceso, se puede confeccionar el siguiente esquema, teniendo en cuenta la reacción que se produce en el reactor (con presión de 1 atm y 25°C) como así también un rendimiento del 80%:





- Materia prima
- Agua de proceso
- Ácido Sulfúrico 98% P/P
- NaOH 10% P/V
- Levadura S.C
- Complejo biológico



- Etanol 99,5 % P/P
- Agua de proceso
- Sólidos
- CO2

Ilustración 10: Esquema para el balance de masa

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 42 de 268

Se confecciona el balance de masa en base a los datos descriptos en el proceso, los cuales quedan detallados en la siguiente tabla:



Tabla 8: Balance de materia

Corrientes de ingreso a Proceso					
Nombre	10"-P-800-AC-AG	3"-P-706-AC-AS	1.5"-P-202-AC-NAOH	3"-SA-400-AC-H2O	4"-P-100-CH-MP
Presión (Kpa)	100	100	50	250	1,69079378
Temperatura (°C)	25	25	57,691805	25	35
Flujo másico (kg/h)	1000	90,073	57,1883063	507,40357	7204
Std ideal liq flujo volumétrico (m3/h)	1,002	0,049	0,06289437	0,50842753	5,64450335
Entalpía molar (Kj/kmol)	-284902,94	-747623,89	-273239,83	-284900,439	-754325,538
Corrientes de salida de proceso					
Nombre	HACIA CH-080	P-203-CH-LG	P-401-CH-LG	3"-P-400-AC-GA	3"-P-500-AC-EA
Presión (Kpa)	50	294,199561	201	250	147,099781
Temperatura (°C)	45	48,0824488	33,7996401	25,212	32
Flujo másico (kg/h)	0	703,713758	3627,28508	1166,823	1270,32147
Std ideal liq flujo volumétrico (m3/h)	0	0,56056423	2,79168104	1,412	1,5945743
Fracción de vapor	1	0	0	1	0
Entalpía molar (Kj/kmol)	-241373,466	-470341,535	-1289973,42	-391898,161	-277151,878
Nombre	3"-P-500-AC-WI	3"-P-500-AC-RE	4"-P-500-AC-RE		
Presión (Kpa)	200	57,112	57,1123946		
Temperatura (°C)	90,149	85	85		
Flujo másico (kg/h)	58,612	354,955	1676,984		
Std ideal liq flujo volumétrico (m3/h)	0,071	0,352	1,595		
Fracción de vapor	0,056	1	0		
Entalpía molar (Kj/kmol)	-281216,754	-236367,014	-283229,003		

5.2 Simulación de proceso

La simulación del proceso, se llevó a cabo en el programa Aspen Hysys V9. Para este proyecto, se realizó el siguiente procedimiento:

- 1) Se procedió a abrir el programa para crear un nuevo caso.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 43 de 268



- 2) Seleccionamos los componentes que intervienen en el proceso. Aquellos elementos puros fueron seleccionados de la biblioteca de componentes. No obstante, aquellos componentes orgánicos e inorgánicos, fueron creados en una lista de componentes hipotéticos que fue nombrada 'Orgánicos/Inorgánicos'. Dentro de esta lista, se procedió a definir cada componente con sus propiedades físicas como peso molecular, densidad, punto de ebullición, etc. Dicha lista de documentos puede observarse en la ilustración 12.

Component	Type	Group
Ethanol	Pure Component	
H2O	Pure Component	
CO2	Pure Component	
H2SO4	Pure Component	
Na2SO4*	User Defined Hypothe...	Inorgánicos
NaOH*	User Defined Hypothe...	Inorgánicos
Glucosa*	User Defined Hypothe...	Orgánicos
Xilosa*	User Defined Hypothe...	Orgánicos
Lignina*	User Defined Hypothe...	Orgánicos
Celulosa*	User Defined Hypothe...	Orgánicos
Hemicelulosa*	User Defined Hypothe...	Orgánicos
Furfural	Pure Component	

Status: OK

Ilustración 11: Lista de componentes

- 3) Se eligió un Paquete de fluidos, el cual determinará los modelos matemáticos que usará el simulador. En esta simulación utilizamos el paquete de fluido NRTL. Consiste en una extensión del concepto de Wilson aplicable a sistemas multicomponentes del tipo vapor-líquido, líquido-líquido, y vapor-líquido-líquido. Al requerir solo constantes de pares binarios, retiene la simplicidad que constituye el principal atractivo de los modelos que hemos visto hasta ahora. La denominación NRTL es una sigla de -Non Random Two Liquid-, y trata de expresar el hecho de que se basa en un parámetro a_{ij} que caracteriza

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 44 de 268

la tendencia de las especies i y j a distribirse de una manera no azarosa, esto es, con direcciones preferenciales. La diferencia básica entre el sustento de la ecuación de Wilson y la NRTL reside en que la primera se basa en una fracción de volumen para expresar la concentración local mientras la ecuación NRTL se basa en una fracción molar de la especie considerada.

- 4) Introducimos la reacción que se ejecutara en el reactor de conversión. Se elaboró el set de reacciones de acuerdo a las etapas del proceso. En cada reacción, se tomó un componente como base y una conversión de acuerdo a la bibliografía. (DÍAZ, 2018).

Tabla 9: Factores de conversión para las diferentes reacciones.

Set de Rx	Componente base	Co
Etap 1	Hemicelulosa (Rx. 1)	95%
Etap 1	Hemicelulosa (Rx. 2)	75%
Etap 2	H2SO4	95%
Etap 3	Etanol	95%
Etap 3	Xilosa	90%
Etap 3	Celulosa	96%

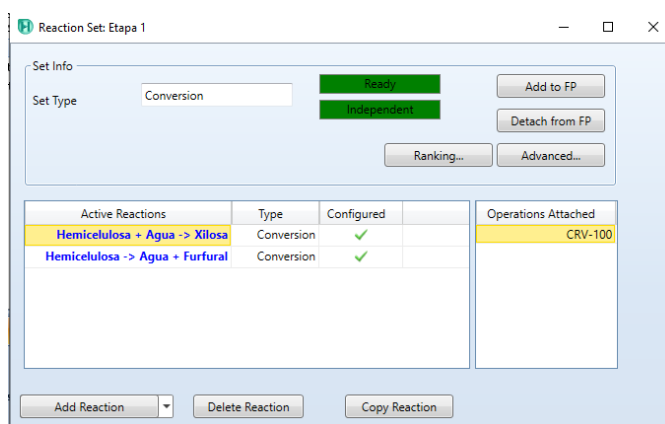




Ilustración 12: Reacciones de la etapa 1.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 45 de 268

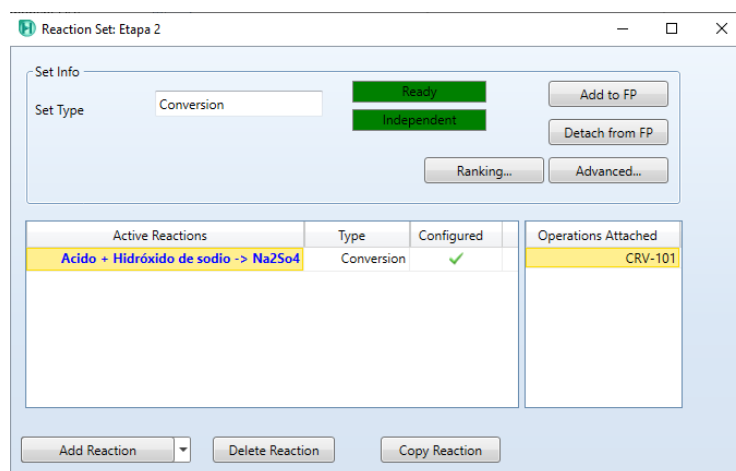


Ilustración 13: Reacciones de la etapa 2.

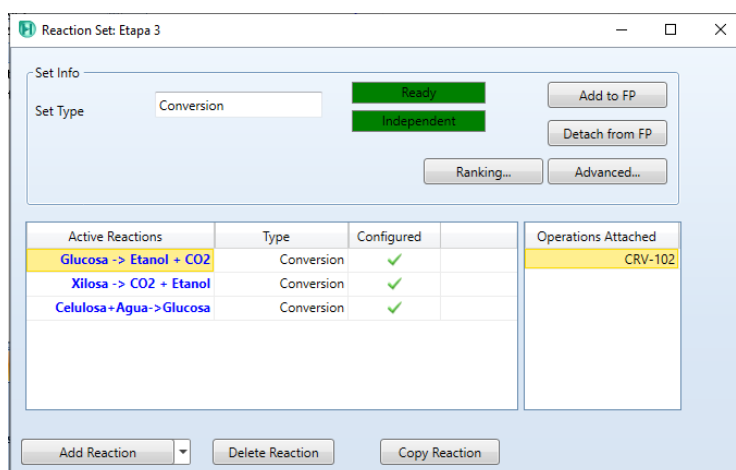




Ilustración 14: Reacciones de la etapa 3.

5) Entorno de simulación.

La corriente de materia prima 4"-P-100-CH-MP ingresa al reactor R-102 donde se combina con agua de proceso proveniente de la corriente 4"-SA-102-AC-AG para empezar con la primera etapa del proceso. La etapa consiste en una hidrólisis con agua a 95°C. El material se somete al efecto del agua caliente con el objetivo principal de solubilizar la hemicelulosa y aumentar la permeabilidad del material.

La corriente 3"-P-200-AC-MPN que egresa del reactor R-200 es enviada a un filtro donde se retendrá la mayor cantidad de sólidos posibles y separar la fase líquida que luego será

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 46 de 268



combinada con la corriente 3"-P-302-AC-LES en el reactor R-300. La corriente 4"-P-109-AC-VO que egresa del MIX-103 contiene 97% en mol de Agua y será utilizada en la torre de adsorción TA-100 para la obtención de CO₂ de la corriente 6"-P-300-AC-VSF.

La corriente que egresa del R-102 se combina con la corriente 2"-P-103-AC-AS que contiene una solución de ácido sulfúrico al 1 % P/V para dar origen a la segunda etapa del proceso. El producto del pre tratamiento se enfría para luego alimentar un filtro donde se obtiene un producto que contiene gran parte de celulosa y un filtrado que consiste en una solución acuosa de ácido sulfúrico, lignina y azúcares. Posteriormente y para aumentar el rendimiento del proceso, se precipita la lignina en corriente P-203-CH-LG mediante filtro rotatorio FLOW-2.

La corriente P-103"-AC-MPT ya enfriada, ingresa al reactor R-200 junto a la corriente 1.5"-P-202-AC-NAOH que contiene una solución de NaOH al 10% P/P para la neutralización del ácido sulfúrico. Esta reacción se lleva a cabo a 50Kpa y 45°C para favorecer la reacción de neutralización.

En el reactor R-300 comienza la etapa 3 del proceso, donde ocurren las reacciones establecidas en el set 'Etapa 3' (ver ilustración 15 y tabla 8). Bajo las condiciones de 35°C y 200Kpa, ocurre la fermentación de la materia prima pre tratada. Se obtienen las corrientes 4"-P-300-AC-VSF en la cabeza y 4"-P-300-AC-VSF en el fondo del equipo. La corriente 4"-P-300-AC-VSF es enviada al expansor K-100 para aumentar la presión de la misma y es enviada a la torre TA-400 en donde ocurrirá la adsorción en contra corriente con agua de proceso, proveniente de la corriente 6"-P-400-AC-AG.

De la torre TA-400, simulada como una torre de adsorción, egresan las corrientes 4"-P-400-AC-LA como el fondo del equipo y la corriente 3"-P-400-AC-GA, rica en CO₂ que será venteado. Las especificaciones dadas a la TA-400 pueden visualizarse en la siguiente ilustración.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN	PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
	Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas					
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 47 de 268

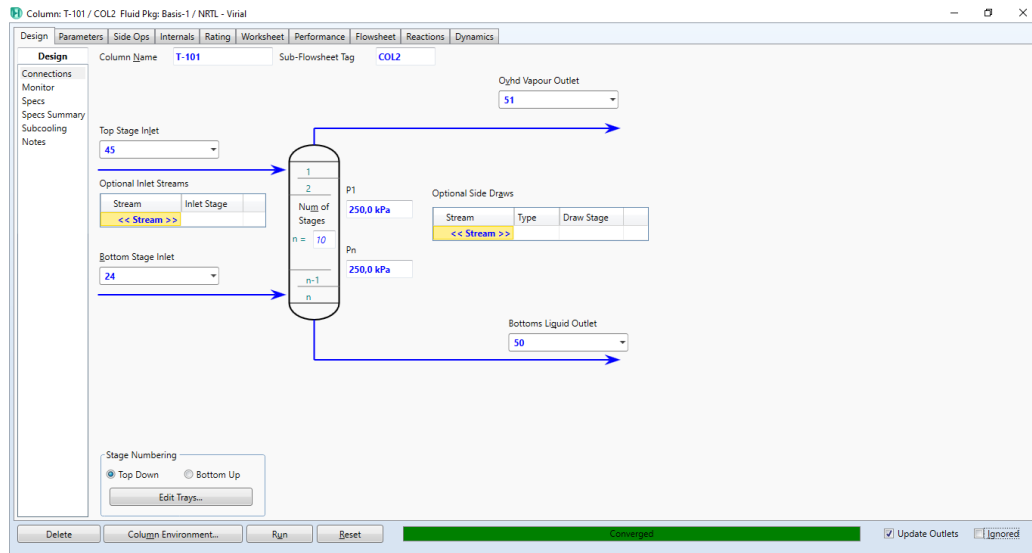


Ilustración 15: Especificaciones para T-101

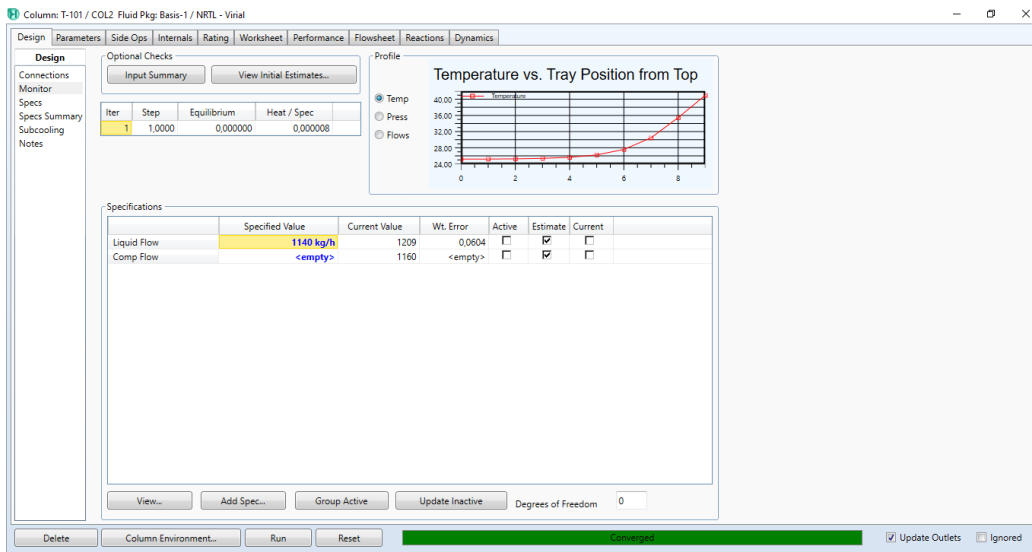




Ilustración 16: Especificaciones para T-101

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 48 de 268

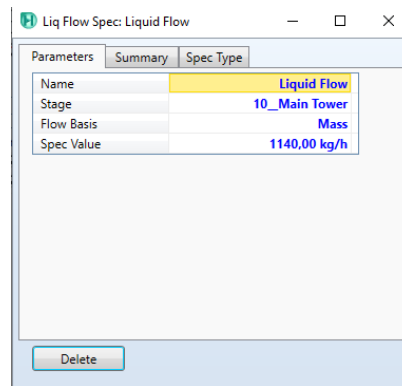


Ilustración 17: Spec para T-101

La corriente 3"-P-400-AC-LA y la 3"-P-300AC-LF se mezclan en el MIX-400 para pasar nuevamente por un filtro rotatorio con el fin de eliminar todos los sólidos y evitar ensuciamiento de la TD-500.

La TD-500 se simula utilizando una torre de destilación con condensador y reboiler. Las especificaciones dadas para la torre pueden ser observadas en las ilustraciones

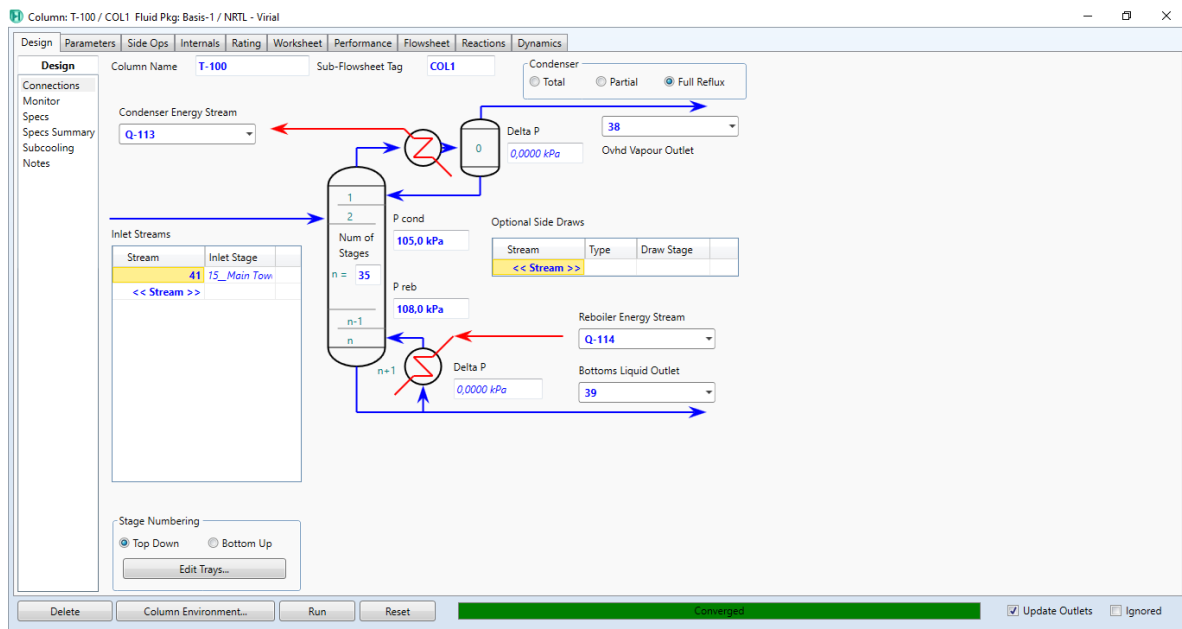




Ilustración 18: Especificaciones para TD-500

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 	
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas							
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 49 de 268	

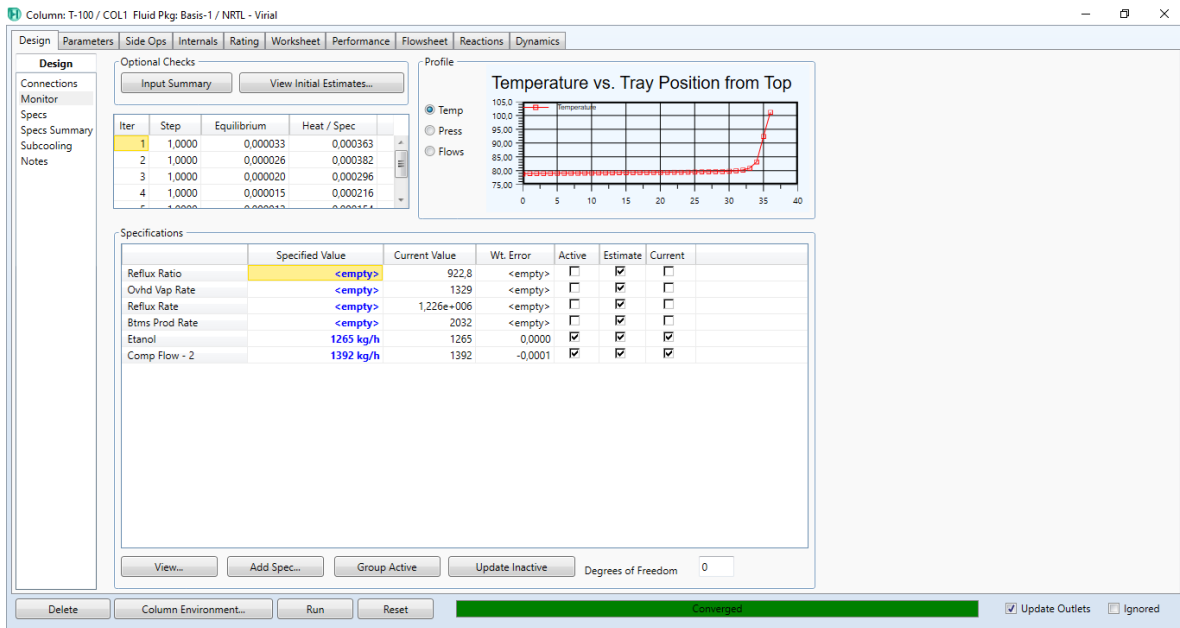


Ilustración 19: Especificaciones para TD-500

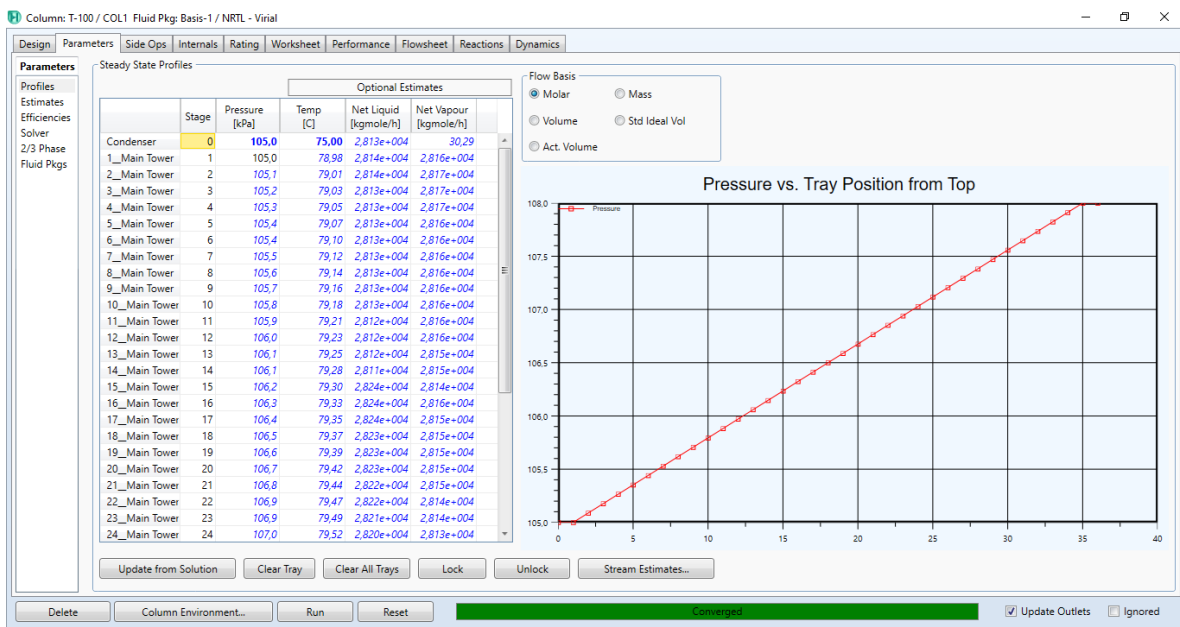




Ilustración 20: Especificaciones para TD-500 – Perfil de Presión vs. platos

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 	
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas							
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 50 de 268	

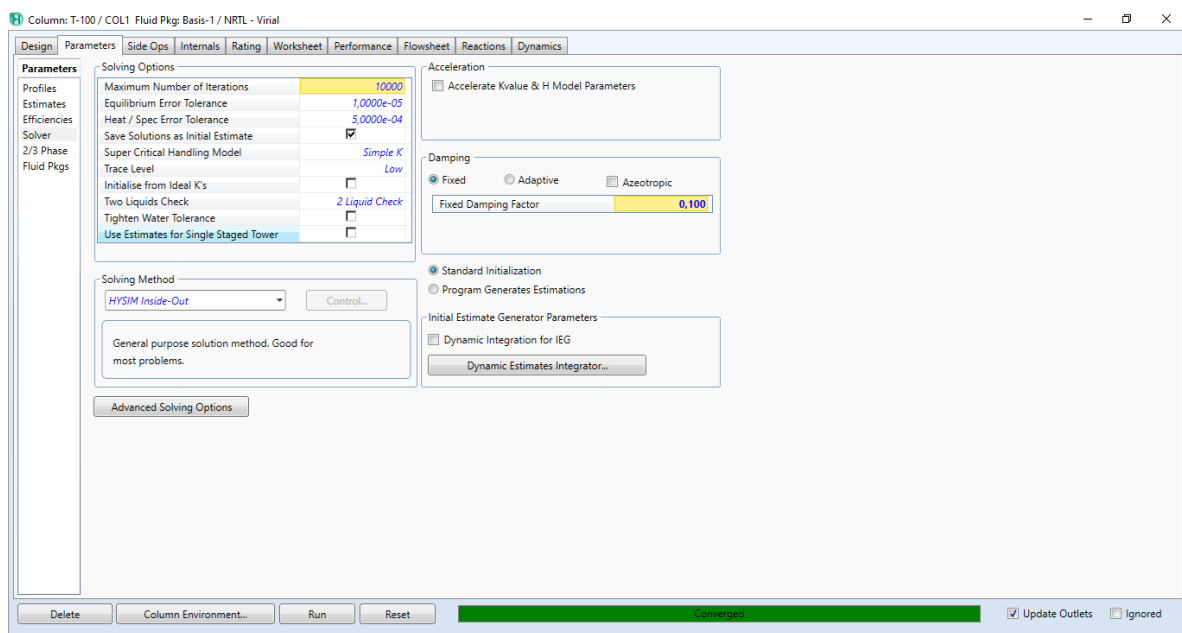


Ilustración 21: Especificaciones para TD-500 - Specs utilizados

La corriente 4"-P-500-AC-DE que egresa de la TD-500 es rica en etanol, y se envía a E-505 para reducir su temperatura desde 78.86°C a 35°C con la finalidad de preservar el relleno del tamiz molecular, que se encuentra en el equipo TM-503. Cabe destacar que se utiliza el Splitter debido a que no se cuenta con la opción del tamiz en la paleta del programa.



La corriente 3"-P-500-AC-EA es el producto final, rico en etanol. Sale del TM-505 con una temperatura de 32°C y 147Kpa. La especificación es de 99.5% de etanol y 0.5% de Agua listo para almacenamiento.

La corriente 6"-P-500-AC-RE es enviada a tratamiento de efluentes para la máxima recuperación de agua y concentrado de vinazas en separador V-100.



Los resultados de la simulación del proceso pueden visualizarse en las siguientes tablas de resultados:

Tabla 10: Resultados de simulación de proceso - Hysys V9



	<i>Unit</i>	8"-P-800-AC-AG	10"-P-800-AC-AG	8"-P-801-AC-AG
Vapour Fraction		0	0	0
Temperature	C	25,0376073	25	25,0376073

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 51 de 268



Pressure	<i>kPa</i>	500	100	500
Molar Flow	<i>kgmole/h</i>	30,5299435	55,5089882	55,5089882
Mass Flow	<i>kg/h</i>	550	1000	1000
Liquid Volume Flow	<i>m3/h</i>	0,55110992	1,00201804	1,00201804
Heat Flow	<i>kJ/h</i>	-8697779,73	-15814674,4	-15814145
	<i>Unit</i>	6"-SA-800-AC-AG	6"-P-800-AC-AG	6"-SA-102-AC-AG
Vapour Fraction		0	0	0
Temperature	<i>C</i>	25,0376073	25,0376073	25,0928569
Pressure	<i>kPa</i>	500	500	250
Molar Flow	<i>kgmole/h</i>	12,7670673	12,2119774	30,5299435
Mass Flow	<i>kg/h</i>	230	220	550
Liquid Volume Flow	<i>m3/h</i>	0,23046415	0,22044397	0,55110992
Heat Flow	<i>kJ/h</i>	-3637253,34	-3479111,89	-8697779,73
	<i>Unit</i>	4"-SA-102-AC-AG	4"-P-100-CH-MP	3"-P-102-AC-VO
Vapour Fraction		0,25	0	1
Temperature	<i>C</i>	95	35	22,9169239
Pressure	<i>kPa</i>	84,5391126	1,69079378	1,69079378
Molar Flow	<i>kgmole/h</i>	30,5299435	23,0013924	17,4163184
Mass Flow	<i>kg/h</i>	550	7204	355,472917
Liquid Volume Flow	<i>m3/h</i>	0,55110992	5,64450335	0,34936389
Heat Flow	<i>kJ/h</i>	-8229943,14	-17350537,7	-4166235,09
	<i>Unit</i>	4"-P-500-AC-RE	P-102-AC (MP+AG)	3"-P-103-AC-MPT
Vapour Fraction		0	0	0
Temperature	<i>C</i>	85	22,9169239	23,8111998
Pressure	<i>kPa</i>	57,1123946	1,69079378	1,69079378
Molar Flow	<i>kgmole/h</i>	66,7558562	40,1909498	39,2975215
Mass Flow	<i>kg/h</i>	1676,98468	7398,52708	7422,87696

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 52 de 268



Liquid Volume Flow	<i>m3/h</i>	1,59533005	5,94056825	5,92936684
Heat Flow	<i>kJ/h</i>	-18907194,6	-21414041,3	-21644549,3
	<i>Unit</i>	3"-P-706-AC-AS	1"-P-103-AC-AS	4"-SA-103-AC-V
Vapour Fraction		0	0	1
Temperature	<i>C</i>	25	25,07545	250
Pressure	<i>kPa</i>	100	250	250
Molar Flow	<i>kgmole/h</i>	1	1	12,2119774
Mass Flow	<i>kg/h</i>	90,0736742	90,0736742	220
Liquid Volume Flow	<i>m3/h</i>	0,04949893	0,04949893	0,22044397
Heat Flow	<i>kJ/h</i>	-747623,897	-747614,189	-2859347,34
	<i>Unit</i>	P-103"-AC-MPT	1,5"-P-202-AC-NAOH	3"-P-200-AC-EXE
Vapour Fraction		0	0	0
Temperature	<i>C</i>	20	57,691805	35
Pressure	<i>kPa</i>	550	50	275
Molar Flow	<i>kgmole/h</i>	39,2975215	3	36,5483436
Mass Flow	<i>kg/h</i>	7422,87696	57,1883063	6776,35151
Liquid Volume Flow	<i>m3/h</i>	5,92936684	0,06289437	5,44178086
Heat Flow	<i>kJ/h</i>	-21680340,6	-819719,49	-19655712,9
	<i>Unit</i>	4"-P-103-AC-AS	2"-P-103-AC-AS	P-103'-AC-MPT
Vapour Fraction		0,92614911	0,92614857	0
Temperature	<i>C</i>	191,611394	191,61196	24,2183224
Pressure	<i>kPa</i>	250	250	500
Molar Flow	<i>kgmole/h</i>	13,2119774	13,2119774	39,2975215
Mass Flow	<i>kg/h</i>	310,073674	310,073674	7422,87696
Liquid Volume Flow	<i>m3/h</i>	0,2699429	0,2699429	5,92936684
Heat Flow	<i>kJ/h</i>	-3606961,53	-3606961,53	-21640513,2

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 53 de 268

	<i>Unit</i>	4"-SA-800-AC-AG	3"-P-302-AC-LES	6"-P-300-AC-LF
Vapour Fraction		0	0	0
Temperature	<i>C</i>	25,0928569	35	35
Pressure	<i>kPa</i>	250	200	200
Molar Flow	<i>kgmole/h</i>	12,7670673	12,7670673	58,8807352
Mass Flow	<i>kg/h</i>	230	230	5779,24957
Liquid Volume Flow	<i>m3/h</i>	0,23046415	0,23046415	5,18849682
Heat Flow	<i>kJ/h</i>	-3637253,34	-3627626,17	-22947242,7
	<i>Unit</i>	4"-P-500-AC-EXT	4"-P-500-AC-EW	P-401-CH-LG
Vapour Fraction		0	0	0
Temperature	<i>C</i>	101,153148	38	33,7996401
Pressure	<i>kPa</i>	108	201	201
Molar Flow	<i>kgmole/h</i>	83,4448202	113,735097	6,14137177
Mass Flow	<i>kg/h</i>	2031,90953	3360,8435	3627,28508
Liquid Volume Flow	<i>m3/h</i>	1,94731611	3,6136906	2,79168104
Heat Flow	<i>kJ/h</i>	-23419271,4	-32253438,8	-7922206,37
	<i>Unit</i>	3"-P-103-AC-VO	4"-P-109-AC-VO	
Vapour Fraction		1	1	
Temperature	<i>C</i>	23,8111998	23,3163206	
Pressure	<i>kPa</i>	1,69079378	1,69079378	
Molar Flow	<i>kgmole/h</i>	14,1054057	31,5217241	
Mass Flow	<i>kg/h</i>	285,7238	641,196718	
Liquid Volume Flow	<i>m3/h</i>	0,28114431	0,6305082	
Heat Flow	<i>kJ/h</i>	-3376453,58	-7542688,67	
	<i>Unit</i>	4"-P-300-AC-VSF	6"-P-109-AC-VO	HACIA CH-080

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 54 de 268

Vapour Fraction		1	0	1
Temperature	<i>C</i>	35	25	45
Pressure	<i>kPa</i>	200	250	50
Molar Flow	<i>kgmole/h</i>	28,0148987	31,5217241	0
Mass Flow	<i>kg/h</i>	1227,10194	641,196718	0
Liquid Volume Flow	<i>m3/h</i>	1,49024478	0,6305082	0
Heat Flow	<i>kJ/h</i>	-10773892,6	-8908488,77	0
	<i>Unit</i>	3"-P-200-AC-MPN	4"-P-203-AC-EXE	P-203-CH-LG
Vapour Fraction		0	0	0
Temperature	<i>C</i>	45	45	48,0824488
Pressure	<i>kPa</i>	50	225,552997	294,199561
Molar Flow	<i>kgmole/h</i>	42,1726764	36,5483436	5,62433281
Mass Flow	<i>kg/h</i>	7480,06526	6776,35151	703,713758
Liquid Volume Flow	<i>m3/h</i>	6,00234509	5,44178086	0,56056423
Heat Flow	<i>kJ/h</i>	-22213746,9	-19564789,6	-2645357,32
	<i>Unit</i>	6"-P-300-AC-VSF	6"-P-400-AC-LA+LF	4"-P-500-AC-DE
Vapour Fraction		1	0,00052876	1
Temperature	<i>C</i>	46,1587976	36,7712084	78,8632124
Pressure	<i>kPa</i>	250	201	105
Molar Flow	<i>kgmole/h</i>	28,0148987	119,876468	30,2902765
Mass Flow	<i>kg/h</i>	1227,10194	6988,12858	1328,93397
Liquid Volume Flow	<i>m3/h</i>	1,49024478	6,40537164	1,66637449
Heat Flow	<i>kJ/h</i>	-10761725,4	-40175645,1	-7043381,53
	<i>Unit</i>	3"-SA-400-AC-H2O	3"-P-400-AC-GA	4"-P-400-AC-LA
Vapour Fraction		0	1	0
Temperature	<i>C</i>	25	25,2125499	40,9799542

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 55 de 268

Pressure	<i>kPa</i>	250	250	250
Molar Flow	<i>kgmole/h</i>	28,1654588	26,7063483	60,9957333
Mass Flow	<i>kg/h</i>	507,40357	1166,82322	1208,87901
Liquid Volume Flow	<i>m3/h</i>	0,50842753	1,41230569	1,21687482
Heat Flow	<i>kJ/h</i>	-8024351,57	-10466168,8	-17228411,2

5.3 Servicios Auxiliares

Los servicios auxiliares es una de las áreas claves e importantes para llevar a cabo y mantener una operación óptima y continua de la planta; son imprescindibles para alcanzar el buen desarrollo y los objetivos de esta. Los servicios auxiliares comprenden diferentes funciones, desde el agua de enfriamiento, aguas de drenaje, equipos antiincendios, servicios de agua potable, generación de vapor de agua, sistemas de lubricación, tratamiento de aguas residuales, aire acondicionados y sistemas de aireación, calefacción y consumo de gas. Incluyendo los servicios de energía y cualquier otro servicio adicional dependiendo de la planta y su funcionamiento. Estos servicios se consideran cuidadosamente en la etapa de diseño de la planta, porque desde su concepción misma se está determinando la confiabilidad y flexibilidad de la operación.



Los servicios auxiliares que se usarán dentro de la planta serán:

- **Agua**
- **Gas natural**
- **Energía eléctrica**
- **Aire**
- **Refrigerantes**

5.3.1 Agua

La importancia de los sistemas de agua radica no solo en el consumo humano y de higiene en las oficinas, sino también en la planta en general con sus diferentes tratamientos, teniendo en cuenta los procesos que puedan sufrir para cambiar su estado y así cubrir toda una gama de necesidades en planta como lo es la refrigeración o calefacción de los equipos o fluidos.

No solo como fuente de refrigeración, calefacción o consumo, sino también para su uso con un papel primordial en sistemas de contingencia o como agua contraincendios, siendo una de las fuentes más económicas y de fácil acceso suministrada al pie de la planta Utilizada para formar una mezcla acuosa con orujo triturado, riego, servicios de mantenimiento, uso para el personal, sistema contra incendio, etc. Se propone utilizar agua del embalse Los Barreales, de acuerdo con la posible ubicación geográfica de la planta (entre las bodegas principales de nuestra Provincia).

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 56 de 268

- **Sistemas de agua potable para oficinas:**

Este tipo de servicio es primordial para determinar una calidad de trabajo óptima. Se refiere al bienestar de los trabajadores en la planta y se pretende, realizar un estimativo de cálculo de consumo en donde se cubran las necesidades básicas de los empleados, ya sea consumo directo o higiénico.

Según la Organización Mundial de la salud, se recomienda utilizar una media de 50 litros de agua como mínimo por día por persona en oficinas.

▪ **Número de Personal**

El número óptimo de personal de mano de obra directa que se requiere para una empresa queda determinado por la siguiente fórmula:

$$\text{N}^{\circ} \text{ de personas} = \frac{\text{IP}}{\text{t(est)}}$$

Donde:

- IP= Índice de producción= Producción deseada/ t disponible
- Producción deseada= 1207 m³/año, 100,58m³/mes, 3,55 m³/día, 0,14m³/h
- T disponible= Suponemos una jornada de trabajo de lunes a lunes y una jornada de 12 horas diarias:



$$\text{IP} = (140 \text{ l/h})/12 = 12$$

Esto quiere decir, que se requieren 12 personas para el proceso de PRODUCCIÓN por turno de 12h como mínimo.

La cantidad total de trabajadores se definen en la siguiente tabla:

Tabla 11: Organigrama y nº total de trabajadores.

Tipo de personal	Personal	Recurso (Persona)
Directa	Operadores	8
	Laboratoristas	4
	Supervisores	3
	Mantenimiento	2
	Jefe de Planta	1
Total		18
Indirecta	Gerente general	1

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 57 de 268

	Soporte Técnico	2
	Seguridad e Higiene	2
	Ventas y compras	1
	Administrativo	2
	Choferes	2
	SSGG	2
	Cocina	1
	RRHH	1
	Calidad	1
	Maquinista	2
	Total	17

El agua destinada a uso personal queda determinada mediante el producto del consumo mínimo estipulado por persona (0,05m³/día) y el número total de personal en el día.

$$\text{Agua de uso personal} = 18 \cdot 17 \cdot 0,05 \text{m}^3/\text{día}$$



$$\text{Agua de uso personal} = 1,75 \text{ m}^3/\text{día}$$

- **Agua para proceso**

Los principales usos de agua en nuestro proceso son vapor para encamisado de reactores, calentamiento de corrientes y destilación de producto final como así también se requiere agua de enfriamiento para enfriamiento de líneas.

Tabla 12: Servicios auxiliares

Equipo	Nombre	Función	Utility	Q	Cp	To	Tf	Dt	m
				KJ/h	KJ/K*Kg	°C	°C	°C	Kg/h
E-110	Q-110	Calentamiento	LP Steam	4,68E+05	4,18	25,09	95	69,91	213
E-101	Q-103	Calentamiento	LP Steam	6,19E+05	4,179	25,04	250	224,96	282,2
E-102	Q-105	Calentamiento	LP Steam	1,05E+04	4,205	88,07	90	1,93	187,8
E-204	Q-204	Enfriamiento	Cooling water	9,09E+04	4,205	45	35	-10	4347
E-108	Q-108	Enfriamiento	Cooling water	- 3,98E+04	4,205	35	25	-10	1904
E-300	Q-300	Calentamiento	LP Steam	9,63E+03	4,205	25	35	10	4,38

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 	
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas							
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 58 de 268	

R-102	Q-109	Encamisado	Refrigerante	0	4,2	90	85	-5	
E-105	Q-110	Enfriamiento	Cooling water	1,37E+06	4,212	23,5	25	1,5	438,8
R-200	Q-106	Enfriamiento	Cooling water	1,34E+04	4,187	85	65	-20	130,4
R-300	Q-106	Enfriamiento	Cooling water	- 1,04E+07	4,178	35	35	0	499057,91
K-100	Q-111	Calentamiento	LP Steam	- 1,22E+04	4,178	65	30	-35	5,53
E-505	Q-500	Enfriamiento	Cooling water	1,36E+06	4,179	78,86	35	-43,86	65100
E-111	Q-116	Enfriamiento	Cooling water	1,76E+08	4,216	78,98	78,86	-0,12	6994
TD-500	Q-114	Calentamiento	MP Steam	1,78E+08	4,181	36,26	106	69,74	547000
E-100	Q-100	Enfriamiento	Cooling water	- 5,67E+05	4,208	101	85	-16	37,6
Total	125702,62	Kg/h							
	125,70262	m3/h							
	2716,8629	m3/día							



- Agua de red contra incendios

El cálculo de agua requerido para el sistema contraincendios de nuestra planta se determinó en función de la ley 13660 relativa a la seguridad de las instalaciones de elaboración, transformación y almacenamiento de combustibles sólidos minerales, líquidos y gaseosos, que prevé la cantidad de agua necesaria para combatir algún tipo de contingencia que requiera el uso de agua como agente extintor del incendio.

Según el decreto Decreto 10877/1960, en su artículo 202 establece “Deberá existir una red de cañerías de agua contra incendios, independientes de la red de agua industrial, con la que podrá interconectarse eventualmente, que alimentará hidrantes para mangueras, monitores o pitones fijos y lanzas generadoras de niebla”.

La norma establece por cuestiones de organización de los diferentes escenarios, una subdivisión de tres zonas, cuya peligrosidad sigue el orden decreciente que se establece a continuación:

- Zona 1: Referida a la zona de operación
- Zona 2: Parques de tanque de almacenamientos
- Zona 3: Instalaciones Auxiliares

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 59 de 268

Para cuantificar el volumen de agua requerido en la Zona 1, destinado a la zona de operación, que es el área ocupada por los equipos e instalaciones destinados específicamente a realizar el proceso, se tomó como referencia la norma en su artículo 203, adaptándola a nuestra planta.

De esta manera, la norma establece, en su artículo 203:

ARTICULO 203º — Como mínimo deberán instalarse los dispositivos necesarios para que en cualquier punto de la zona que se considera puedan concentrarse seis (6) chorros de agua, provenientes de tomas independientes, de un caudal individual superior a treinta metros cúbicos (30 m³) por hora. La concentración de chorros no deberá realizarse con mangueras cuya longitud exceda de 120 metros.

El artículo 204 de la misma norma, nos otorga otro dato de cálculo importante: el tiempo en el cual el servicio debe abastecerse en forma continua

ARTICULO 204º — La alimentación de esta red se asegurará mediante dos fuentes independientes de bombeo y energía y las reservas de agua serán tales que aseguren un funcionamiento continuo durante un mínimo de cuatro horas (4), de la instalación trabajando al máximo de la capacidad normal de los equipos de bombeo. La presión mínima de 7 Kg. /cm² en la toma más alejada, con el máximo de bocas abiertas que pueda ser necesario.

De esta manera, se puede determinar el caudal necesario para los hidrantes:

$$Q_{\text{agua}} = Q_{\text{min}} \times N$$

Dónde:

- Q_{agua} : caudal de agua requerida
- Q_{min} : caudal mínimo salida
- N : número de salida
- $Q_{\text{agua}} = 30 \text{ m}^3/\text{hr} * 6 \text{ chorros de agua}$

$$Q_{\text{agua}} = 180 \text{ m}^3/\text{h}$$

Como las reservas de agua deben ser tales que garanticen 4 horas de la instalación trabajando a capacidad máxima tenemos:



$$Q_{\text{agua}} = Q_{\text{agua}} \times t$$

Donde

Q_{agua} : reserva total de agua zona 1

t = tiempo mínimo de trabajo

Por lo tanto:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 60 de 268

$$Q_{\text{aguar}} = 180 \text{ m}^3/\text{h} \times 4 \text{ h}$$

$$Q_{\text{aguar}} = 720 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, para la Zona 1, **se requerirá un volumen de agua para la red de incendio de 720 m³.**

Para estimar el cálculo de la zona 2, Zona que se encuentra reservada para el almacenamiento de los productos, se tendrán en cuenta los artículos:

Artículo 301. — En todo parque de tanques deberá existir una red de cañerías de agua contra incendios que alimentará dispositivos destinados fundamentalmente a la refrigeración de las unidades de almacenamiento en caso de incendios en tanques próximos. Los Pitones o monitores y/u otros dispositivos fijos especiales que permiten la formación de cortinas de agua aisladoras entre un tanque incendiado y los que lo rodean. La capacidad de estos dispositivos será tal que todos los tanques que rodean a otro presuntamente incendiado puedan recibir un caudal de agua de treinta litros por hora por cada metro cuadrado (30 litros/h/m²) de superficie exterior (techo más envoltura lateral). La acción de estos elementos podrá ser ejercida de inmediato por la simple apertura de las válvulas o dispositivos de esa instalación.

En nuestro proceso, el área destinada a la zona de tanques de almacenamiento es de 1500 m², considerando que debe contar con la reserva de agua para asegurar el funcionamiento de uno de los equipos de impulsión a su máxima capacidad durante un mínimo de cuatro horas (artículo 305), se tiene:

$$Q_{\text{aguar}2} = \text{Área} \times t \times Q_{\text{agua}}$$

$$Q_{\text{aguar}2} = 1500 \text{ m}^2 \times 4 \text{ h} \times 0.03 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$$

$$Q_{\text{aguar}2} = 180 \text{ m}^3$$



Donde:

- $Q_{\text{aguar}1}$: reserva total de agua zona 2
- t = tiempo mínimo de trabajo
- Q_{agua} = Caudal de agua recibido

5.3.2. Electricidad

Funcionamiento de equipos, sala de control, iluminación. El suministro de energía eléctrica será otorgado por EPEN, Ente Provincial de Energía del Neuquén.

Según decreto 351/79, se establece una reglamentación para instalaciones eléctricas correspondiente a los arts. 95 a 102 de la reglamentación aprobada. A los efectos de la presente reglamentación se consideran los siguientes niveles de tensión:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 61 de 268

a) Muy baja tensión (MBT): Corresponde a las tensiones hasta 50 V. en corriente continua o iguales valores eficaces entre fases en corriente alterna.

b) Baja tensión (BT): Corresponde a tensiones por encima de 50 V., y hasta 1000 V, en corriente continua o iguales valores eficaces entre fases en corriente alterna.

c) Media tensión (MT): Corresponde a tensiones por encima de 1000 V. y hasta 33000 V. inclusive.

d) Alta tensión (AT): Corresponde a tensiones por encima de 33000 V.

El diagrama de servicio de corriente eléctrica puede visualizarse en la Ilustración 23.

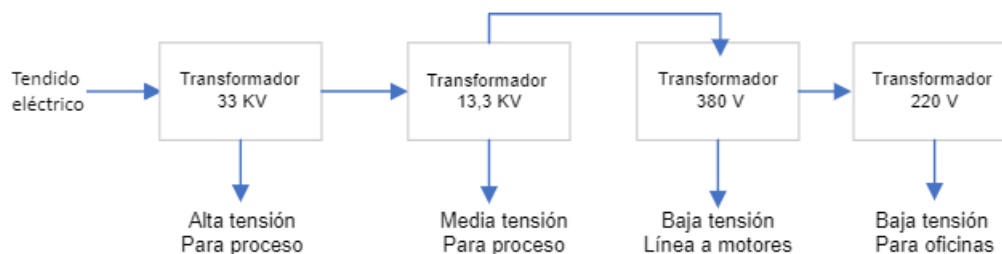




Ilustración 22: Sistema de energía eléctrica requerida

Para el cálculo de la energía eléctrica requerida para el proceso, se procedió a sumar las corrientes energéticas proporcionadas por la simulación de las bombas y expansores.

Se utilizó un estimado de energía eléctrica tabulado para consumo en oficinas y alumbrado eléctrico que fueron proporcionados según bibliografía. (Lopez, s.f.)

Tabla 13: Cálculo de energía eléctrica requerida para el proyecto

Energía eléctrica para proceso	Equipo	Nombre	Función	KJ/h	kwh	
	Bomba	P-801	Elevar P	529,4	0,147	
	Bomba	P-110	Elevar P	9,708	0,003	
	Bomba	P-103	Elevar P	4036	1,121	
	Bomba	P-103'	Elevar P	3600	1	
	Bomba	P-407	Elevar P	1,614	0	
	Expansor	K-100	Disminuir P	-12167,2	3,38	
					5,651	por día
Energía eléctrica para oficina					14	

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 62 de 268

Energía eléctrica para alumbrado	19
Total	3,87E+01 KWh por día
	1,16E+03 KWh por mes

5.3.3. Gas Natural

Para uso personal y calderas. Este servicio será adquirido por compañía de distribución de gas TGS, y su transporte será mediante gasoductos con una bajada de línea de red principal. La misma se simula con una presión de 17 kg/cm². El sistema a instalar puede visualizarse en el esquema de la Ilustración 24.

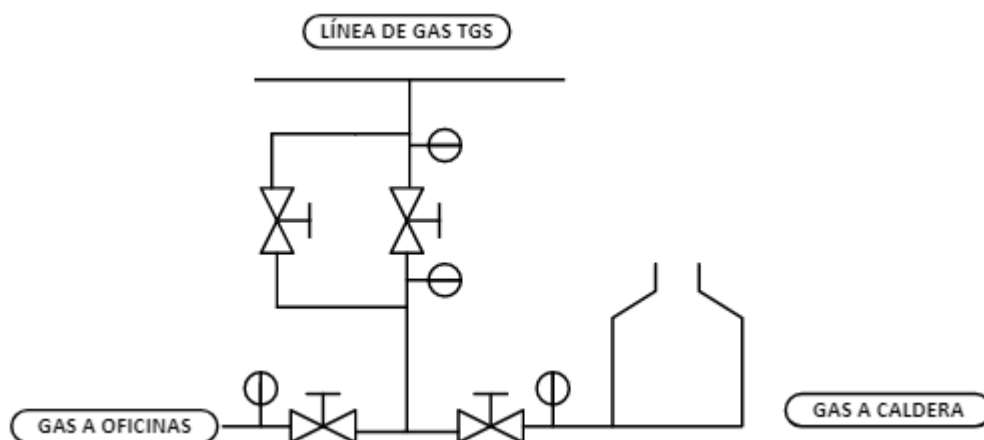




Ilustración 23: Sistema de gas natural

Para el cálculo de gas natural requerido para el proceso, se utilizó la simulación realizada para la caldera la cual proporcionará la energía necesaria para obtener el vapor requerido de proceso. El valor obtenido fue de **24432 Kg/día para la caldera**.

5.3.4. Aire

Utilizado para accionar instrumentos, respiración, combustión, movimiento de fluidos, etc. Mediante inyectores y compresores, es posible obtener el aire de la atmosfera, para luego utilizar este servicio auxiliar dentro de la planta.

Para lograr la combustión necesaria en la caldera, se requirió de **603,754 Kmol/h de aire**. Este valor fue obtenido mediante simulación de caldera.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 63 de 268

6. P&ID

Para poder identificar equipos e instrumentos de una manera sencilla y poder tener además una idea de las condiciones de diseño de cualquier proyecto de ingeniería nos valemos de una herramienta que se conoce comúnmente por las siglas P&ID.

Un P&ID es lo que se define como un diagrama de tuberías e instrumentación (DTI) también conocido del idioma inglés como piping and instrumentation diagram/drawing (P&ID) y es un diagrama que muestra el flujo del proceso en las tuberías, así como los equipos instalados y el instrumental.

Estos diagramas están compuestos por una serie de símbolos que nos permitirán identificar todos los componentes que conforman un proceso, como tuberías, número de líneas de tubería y sus dimensiones, valvulería, controles, alarmas, equipos, niveles, presostatos, drenajes, purgas, bombas, etc.





El instrumento de símbolos standard utilizados en estos diagramas se basa generalmente en la Norma ISA S5.1. Sistemas de Instrumentación y Automatización de la sociedad. Este standard de símbolos se usa tanto en industria química como en petroquímica, metalúrgicas, industrias de aire acondicionado, generadoras de energía, y en otros muchos y numerosos procesos industriales.



Además de estos símbolos se utilizan diferentes tipos de líneas y círculos para indicar como están interconectados los diferentes elementos del proceso y las funciones de cada instrumento. (y, 2022)

6.1 Líneas

Dentro de la elaboración del P&ID nos encontramos con distintas líneas de proceso, como, por ejemplo, una corriente de proceso, una línea eléctrica, etc. Las mismas dentro del plano se representan de distintas maneras para poder identificarlas. En la Tabla 14, se detallarán los tipos más usados.

Tabla 14: Simbología de líneas P&ID

Simbología	Descripción de tipo de línea
	Conexión a proceso, o enlace mecánico o alimentación de instrumentos.
	Señal neumática
	Señal eléctrica
	Señal eléctrica (alternativo)

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 64 de 268








Conexión mecánica Señal hidráulica

6.2 Ubicación de instrumentos

Dentro del P&ID se pueden colocar distintos elementos, los cuales pueden tener diferente ubicación dentro del mismo. A continuación, en la Tabla 15 se podrán observar los distintos tipos de ubicaciones

Tabla 15: Ubicación de instrumentos en planta

Simbología	Ubicación
	Montado en campo
	Montado en tablero normalmente accesible al operador
	Montado en tablero- control compartido
	Detrás de la consola, no accesible al operador.
	En tablero auxiliar

6.3 Válvulas

Además de la instrumentación requerida, en los p&id se representan las distintas válvulas de control y válvulas manuales. Estos instrumentos, nos permiten regular el flujo dentro de las líneas de proceso. A continuación, se detallarán en la Tabla 16 la simbología utilizada










 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 65 de 268

Tabla 16: Simbología para válvulas en P&ID

Simbología	Tipo de válvula
	Válvula de compuerta
	Válvula de globo
	Válvula de retención
	Válvula de control con actuador
	Válvula bridada
	Válvula de seguridad o alivio
	Válvula de mariposa



6.4 Codificación de líneas de proceso

Para poder identificar las distintas líneas dentro de nuestro proceso, se utilizó una codificación que nos permitirá identificar 5 propiedades importantes o relevantes de la cañería y el fluido que circula por ella. A continuación, podremos observar en la Ilustración 25 dicha codificación.

Diametro o Longitud	Servicio	Área	Material	Producto
4"	P	500	AC	TH
Servicio		Material		
P	Principal	AC	Acero	
SA	Auxiliar			

Ilustración 24: Codificación de líneas en P&ID

- Primera sigla: la misma representa el diametro nominal de la cañería en pulgadas.
- Segunda sigla: esta nos representara el tipo de servicio si se trata de una linea principal o bien d una linea de servicio auxiliar.
- Tercera sigla: nos indicara el numero de area dentro de la cual estara dispuesta la linea.
- Cuarta sigla: la misma nos indicara el tipo de material del cual estara fabricada nuestra linea.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 66 de 268

- Quinta sigla: en este caso la misma nos indicara el tipo de producto que circula dentro de la linea. Por ejemplo, TH significa torta humeda.

6.5 Control e instrumentación de reactor batch

6.5.1 Diseño de un proceso químico seguro

Hay tres cuestiones principales a analizar a la hora de determinar el diseño seguro de un proceso químico. Estas pueden ser visualizadas en la siguiente ilustración:

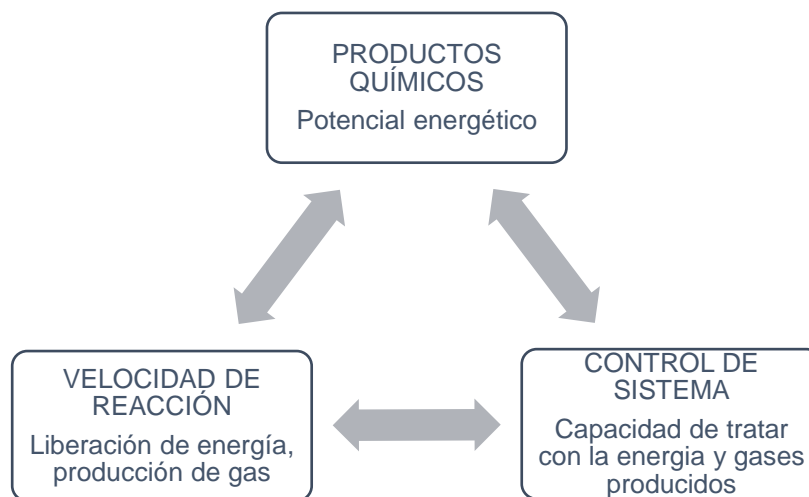




Ilustración 25: Factores de control para un reactor batch

El primero de los factores está relacionado con la formación de cualquier producto dentro de una reacción química. El desarrollo de un diseño seguro requiere el diseño de la energía asociada a dicha reacción, es decir si se trata de una liberación exotérmica o bien de una absorción endotérmica por parte del sistema. También deberemos tener en cuenta que dentro de los sistemas se pueden desarrollar presiones que deben considerarse dentro de este diseño.

Nuestro segundo factor es la velocidad de reacción la cual depende de las presiones, concentraciones y presiones desarrolladas y dadas dentro del sistema en cuestión. Por lo cual se recomienda conocer y determinar la velocidad de reacción en condiciones normales de operación y en condiciones anormales, para de esta forma incluir el peor de los casos que se puede dar, con el objeto de diseñar un proceso seguro.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 67 de 268

Nuestro tercer elemento o factor a considerar tiene relación con el diseño de la planta y del equipo. Debemos considerar controlar el calor generado por la reacción y eliminarlo adecuadamente, a su vez debe controlarse la producción del gas producido.

Estos tres ámbitos descriptos anteriormente y sus variables interactúan constantemente, por ejemplo: por lo general en operación normal una gran cantidad de energía potencial puede ser eliminada si la velocidad de liberación de energía es pequeña y está controlada por una capacidad refrigerante del sistema suficiente del equipo de la planta.



El entorno de proceso para los reactores en general se define por los siguientes parámetros:

- 1) **Temperatura:** un aumento en la temperatura de proceso puede acelerar una reacción exotérmica o bien puede llegar a causar una descomposición térmica. Para lo cual se debe definir la temperatura mínima a la cual puede llegar un descontrol exotérmico dentro del equipo. A continuación, se define algunas situaciones de riesgos con las cuales nos podemos encontrar a lo largo del proceso, que pueden ocasionar desviaciones de la temperatura y que por ende debemos evitar:
 - Sistema de refrigeración mal diseñado.
 - Fallo en el sistema de control de temperatura.
 - Fallo de energía eléctrica.
 - Perdida del suministro del refrigerante.
- 2) **Adiciones:** resulta peligroso añadir la cantidad equivocada de un reactivo o bien el producto químico en el momento adecuado. Como consecuencia veremos cambios en la velocidad de reacción o en la aparición de reacciones secundarias no deseadas dentro del proceso.
- 3) **Agitación:** el control del sistema de agitación debe ser adecuado de forma tal de evitar una mezcla pobre de los reactivos y una buena transferencia de calor. Es recomendable tomar las medidas adecuadas para poder detectar pérdidas de agitación, ya sea por medio de la velocidad de giro o medidas del consumo de potencia.
- 4) **Sistema de ventilación:** se debe contar con un buen sistema de ventilación mediante el cual se pueda disminuir la presión del sistema como producto del aumento de la producción de gas. Para lo cual se recomienda contar con válvulas de alivio.

Dentro de nuestro proceso utilizaremos los reactores del tipo batch los cuales describiremos a continuación:

Reactores agitados en los cuales los reactivos son precargados y se vacían cuando la reacción de ah completado.

Estos equipos de proceso discontinuo son bastantes flexibles, permitiendo trabajar en un amplio rango de operaciones y productos.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 68 de 268

Permiten manufacturar nuevos productos, sin tener que construir una nueva planta o bien sin tener que realizar grandes cambios dentro del equipo.

Para reacciones del tipo exotérmicas y de dos fases liquido-gas se utiliza una operación semidiscontinua.



Se caracterizan por trabajar en condiciones no estacionarias, es decir que durante la operación las composiciones y la generación de calor cambian constantemente.

Para este tipo de reactores es fundamental conocer los pasos de operación de los mismos:

1. **Fase inicial:** subir la temperatura del reactor mediante el uso de vapor hasta la temperatura adecuada. Por ejemplo, para nuestro reactor de fermentación deberá ser de 35°C puesto que esta temperatura es la óptima de crecimiento de los microorganismos utilizados en nuestro proceso.
2. **Reacción:** se debe mantener la temperatura empleando agua de refrigeración mientras se produce la reacción y se libera calor de la misma.
3. **Digestión:** se debe mantener la temperatura mediante agua de refrigeración o de vapor una vez que se ha llevado a cabo la reacción principal y acaban de reaccionar el resto de los reactivos utilizados, hasta que haya finalizado la reacción.
4. **Fase final:** bajar la temperatura dentro del equipo con el fin de poder descargar los productos obtenidos.

6.6 Diseño del circuito de refrigeración y control.

El circuito de refrigeración observado en la Ilustración 27 es el encargado de calentar o refrigerar el agua enviada a la camisa del reactor. Una vez que el agua ha pasado a través de la camisa retorna al sistema por medio de una bomba centrifuga. El nivel de agua del circuito se mantiene mediante un tanque o depósito de agua TK-305, cuando se detecta una disminución del nivel de agua dentro del sistema. El calentador H-302 es el encargado de calentar el agua mediante el aporte de vapor a través de la válvula controladora CV-302. El enfriador o cooler C-303 es el encargado de enfriar el agua mediante el aporte de agua de enfriamiento. El aporte se controla mediante la controladora de rango partido CV-302. Estas válvulas actúan en paralelo y se encuentran controladas por una sola señal de entrada.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 69 de 268

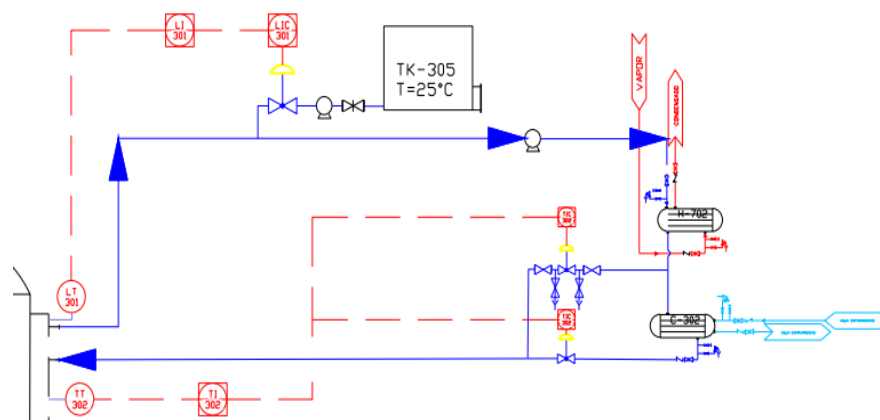




Ilustración 26: Control del sistema de refrigeración reactor Batch P&ID

La descripción de la válvula controladora CV-302 se puede resumir de la siguiente forma:

- Señal al 100%, toda el agua pasa a través del bypass del Cooler C-303.
- Señal al 50%, la mitad del agua pasara a través del bypass, mientras que el resto pasara a través del enfriador C-303.
- Señal al 0%, todo el caudal disponible pasara a través del enfriador C-303.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 70 de 268

7. Seguridad de la planta

La creciente demanda de biocombustibles líquidos ha llevado al desarrollo de industrias para la producción de bioetanol, lo cual incluye riesgos del almacenamiento y manejo de agentes químicos, producto y microorganismos, entre otros. La falta de conocimiento y control de los riesgos que conlleva la operación de las plantas de producción de etanol pueden dar lugar a incidentes catastróficos, por tanto, se requiere la implementación de medidas de seguridad que protejan la planta, y proteger a su vez a los trabajadores, la población aledaña y el medioambiente.

La industria de producción de bioetanol debe desarrollar un enfoque proactivo para garantizar la seguridad de los procesos y convertirse en una industria más segura al contemplar desde la ingeniería, construcción, operación y mantenimiento de la planta hasta su mantenimiento y puesta en marcha para la producción del biocombustible de forma segura y confiable.

7.1 Riesgos asociados: producto principal, productos secundarios, reactivos y materia prima.

7.1.1 Etanol anhidro 99,5%

El etanol se clasifica como un solvente polar. Un disolvente polar es un compuesto con una separación de carga en los enlaces químicos tal como alcohol, la mayoría de los ácidos, o el amoníaco. Éstos tienen afinidad con el agua y se disolverán fácilmente. Bajo ciertas condiciones, los combustibles mezclados con etanol mantienen ciertas características como combustible del tipo gasolina, y bajo otras condiciones exhibirán características de tipo disolvente polar.

a. Clasificación de riesgos

i. Riesgos por exposición



Inhalación: El contacto prolongado con los vapores puede causar irritación del sistema respiratorio.

Ingestión: Puede ser dañino si se ingiere, puede causar mareos, vómitos, visión borrosa y muerte.

Contacto con los ojos: Puede causar irritación con lagrimeo y enrojecimiento.

Contacto con la piel: Puede causar irritación en la piel por contacto prolongado. El producto es ligeramente permeable por la piel.

b. Manipulación y almacenamiento

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 71 de 268

Temperatura de almacenamiento: No se especifica.

Condiciones de almacenamiento: Mantener en recipientes bien cerrados y en un área fresca, seca y bien ventilada, como mínimo a 30 metros de distancia de cualquier fuente de ignición.

Efectos de la exposición de la luz solar, calor, atmosferas húmedas, etc. La luz del sol y el calor pueden inflamar el producto.

La norma estadounidense de la NFPA lo clasifica según la norma 704, en el diamante o rombo de materiales peligrosos como sigue:



Ilustración 27: Rombo de materiales peligrosos NFPA

7.1.2 Ácido Sulfúrico 98%



Uso como sustancia intermedia en la fabricación de productos químicos inorgánicos y orgánicos incluyendo fertilizantes. Para producción de etanol, se utiliza para pre tratamiento ácido.

a. Clasificación de riesgos

La norma estadounidense de la NFPA lo clasifica según la norma 704, en el diamante o rombo de materiales peligrosos como sigue:



Ilustración 28: Rombo de peligro para ácido sulfúrico 98% P/P

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 72 de 268

7.1.3. Hidróxido de sodio 10%

El hidróxido de sodio es un sólido blanco e industrialmente se utiliza como disolución al 50 % o menos por su facilidad de manejo. Es soluble en agua, desprendiéndose calor. Absorbe humedad y dióxido de carbono del aire y es corrosivo de metales y tejidos.

Es usado, en síntesis, en el tratamiento de celulosa para hacer rayón y celofán, en la elaboración de plásticos, jabones y otros productos de limpieza, entre otros usos.

Se obtiene, principalmente por electrólisis de cloruro de sodio, por reacción de hidróxido de calcio y carbonato de sodio y al tratar sodio metálico con vapor de agua a bajas temperaturas.

a. Clasificación de riesgos

Riesgos de fuego o explosión: Este compuesto no es inflamable, sin embargo, puede provocar fuego si se encuentra en contacto con materiales combustibles. Por otra parte, se generan gases inflamables al ponerse en contacto con algunos metales. Es soluble en agua generando calor.

Riesgos a la salud: El hidróxido de sodio es irritante y corrosivo de los tejidos. Los casos más comunes de accidente son por contacto con la piel y ojos, así como inhalación de neblinas o polvo. Inhalación: La inhalación de polvo o neblina causa irritación y daño del tracto respiratorio.



Contacto con ojos: El NaOH es extremadamente corrosivo a los ojos por lo que las salpicaduras son muy peligrosas, pueden provocar desde una gran irritación en la córnea, ulceración, nubosidades y, finalmente, su desintegración. En casos más severos puede haber ceguera permanente, por lo que los primeros auxilios inmediatos son vitales.

Contacto con la piel: Tanto el NaOH sólido, como en disoluciones concentradas es altamente corrosivo a la piel.

Ingestión: Causa quemaduras severas en la boca, si se traga el daño es, además, en el esófago produciendo vómito y colapso.

Carcinogenicidad: Este producto está considerado como posible causante de cáncer de esófago, aún después de 12 a 42 años de su ingestión. La carcinogénesis puede deberse a la destrucción del tejido y formación de costras, más que por el producto mismo.

Almacenamiento: El hidróxido de sodio debe ser almacenado en un lugar seco, protegido de la humedad, agua, daño físico y alejado de ácidos, metales, disolventes clorados, explosivos, peróxidos orgánicos y materiales que puedan arder fácilmente.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 73 de 268

La norma estadounidense de la NFPA lo clasifica según la norma 704, en el diamante o rombo de materiales peligrosos como sigue:

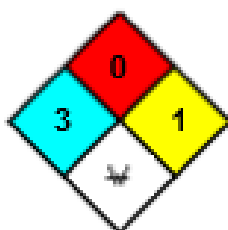


Ilustración 29: Rombo de peligro para NaOH al 10% P/P

7.2 Hojas de seguridad

Una Hoja de Seguridad (HDS) proporciona información básica sobre un material o sustancia química determinada. Esta incluye, entre otros aspectos, las propiedades y riesgos del material, como usarlo de manera segura y que hacer en caso de una emergencia. El objetivo de este documento es el de proporcionar orientación para la comprensión e interpretación de la información presentada.



Las HDSs son esenciales para el desarrollo de programas integrales de uso y manejo seguro de los materiales. Las HDSs son preparadas por los fabricantes o proveedores de los materiales y, dado que su elaboración está orientada a diferentes usuarios, la información que se presenta es general y resumida.

Estas hojas de seguridad deberán cumplir con lo establecido por la Resolución SRT 801/15 con el Sistema Globalmente Armonizado (SGA). De esta manera en nuestra planta de proceso apuntara a:



- c. Definir los peligros físicos, para la salud y para el medio ambiente de los productos químicos.
- d. Estandarizar criterios de clasificación global relativos a la peligrosidad de estos productos.
- e. Transmitir la información a través de etiquetas y fichas de datos de seguridad, sobre los peligros de los productos químicos.

Tabla 17: Información relevante para HDSS



1	Identificación del producto	a) Identificador SGA del producto; b) Otros medios de identificación;
---	-----------------------------	--

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 74 de 268



		c) Uso recomendado del producto químico y restricciones de uso; d) Datos del proveedor (nombre, dirección, teléfono, etc.); e) Número de teléfono en caso de emergencia;
2	Identificación del peligro o peligros	a) Clasificación SGA de la sustancia/mezcla y cualquier información nacional o regional; b) Elementos de la etiqueta SGA, incluidos los consejos de prudencia. Los símbolos de peligro podrán presentarse en forma de reproducción gráfica en blanco y negro o mediante su descripción por escrito (por ejemplo, llama, calavera y tibias cruzadas); c) Otros peligros que no figuren en la clasificación (por ejemplo, peligro de explosión de partículas de polvo) o que no están cubiertos por el SGA;
3	Composición / información sobre los componentes	Sustancias: a) Identidad química; b) Nombre común, sinónimos, etc.; c) Número CAS y otros identificadores únicos; d) Impurezas y aditivos estabilizadores que estén a su vez clasificados y que contribuyan a la clasificación de la sustancia; Mezclas: La identidad química y la concentración o rangos de concentración de todos los componentes que sean peligrosos según los criterios del SGA y estén presentes en niveles superiores a sus valores de corte/límites de concentración.
4	Primeros auxilios	a) Descripción de las medidas necesarias, desglosadas con arreglo a las diferentes vías de exposición, esto es, inhalación, contacto cutáneo y ocular e ingestión; b) Síntomas/efectos más importantes, agudos y retardados; c) Indicación de la necesidad de recibir atención médica inmediata y tratamiento especial requerido en caso necesario;
5	Medidas de lucha contra incendios	a) Medios adecuados (o no adecuados) de extinción; b) Peligros específicos de los productos químicos (por ejemplo, naturaleza de cualesquiera productos combustibles peligrosos); c) Equipo protector especial y precauciones especiales para los equipos de lucha contra incendios;

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 75 de 268

6	Medidas que deben tomarse en caso de vertido accidental	a) Precauciones individuales, equipos de protección y procedimientos de emergencia; b) Precauciones medioambientales; c) Métodos y materiales de aislamiento y limpieza;
7	Manipulación y almacenamiento	a) Precauciones para una manipulación segura; b) Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas cualesquiera incompatibilidades;
8	Controles de exposición / protección personal	a) Parámetros de control: límites o valores de corte de exposición ocupacionales o biológicos; b) Controles de ingeniería apropiados; c) Medidas de protección individual, como equipos de protección personal;
9	Propiedades físicas y químicas	Estado físico; Color; Olor; Punto de fusión/punto de congelación; Punto de ebullición o punto de ebullición inicial e intervalo de ebullición; Inflamabilidad; Límites inferior y superior de explosión / límite de inflamabilidad; Punto de inflamación; Temperatura de ignición espontánea; Temperatura de descomposición; pH; Viscosidad cinemática; Solubilidad; Coeficiente de reparto n-octanol/agua (valor logarítmico); Presión de vapor; Densidad y/o densidad relativa; Densidad relativa de vapor; Características de las partículas;
10	Estabilidad y reactividad	a) Reactividad; b) Estabilidad química; c) Posibilidad de reacciones peligrosas; d) Condiciones que deben evitarse (por ejemplo: descarga de electricidad estática, choque o vibración); e) Materiales incompatibles; f) Productos de descomposición peligrosos;

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 76 de 268

11	Información toxicológica	Descripción concisa, pero completa y comprensible de los diversos efectos toxicológicos para la salud y de los datos disponibles usados para identificar esos efectos, como: <ol style="list-style-type: none"> a) Información sobre las vías probables de exposición (inhalación, ingestión, contacto con la piel y los ojos); b) Síntomas relacionados con las características físicas, químicas y toxicológicas; c) Efectos inmediatos y retardados y también efectos crónicos producidos por una exposición a corto y largo plazo; d) Medidas numéricas de toxicidad (tales como estimaciones de toxicidad aguda).
12	Información eco toxicológica	<ol style="list-style-type: none"> a) Ecotoxicidad (acuática y terrestre, cuando se disponga de información); b) Persistencia y degradabilidad; c) Potencial de bioacumulación; d) Movilidad en suelo; e) Otros efectos adversos;
13	Información relativa a la eliminación de los productos	Descripción de los residuos e información sobre la manera de manipularlos sin peligro y sus métodos de eliminación, incluida la eliminación de los recipientes contaminados.
14	Información relativa al transporte	<ol style="list-style-type: none"> a) Número ONU; b) Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas; c) Clase(s) de peligros en el transporte; d) Grupo de embalaje/envase, si se aplica; e) Peligros para el medioambiente (por ejemplo: contaminante marino (Sí/No)); f) Transporte a granel; g) Precauciones especiales que ha de conocer o adoptar un usuario durante el transporte o traslado dentro o fuera de sus locales;
15	Información sobre la reglamentación	Disposiciones específicas sobre seguridad, salud y medio ambiente para el producto de que se trate.
16	Otras informaciones (incluidas las relativas a la preparación y	

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 77 de 268

	actualización de las FDS)	
--	---------------------------	--

Se presentan hojas de seguridad de producto principal y reactivos químicos en Anexos.

7.3 Normativa aplicable

La normativa nacional aplicable a nuestro proceso puede resumirse en las siguientes:

I. Sobre almacenamiento y defensas en caso de contingencias

- Nag-112 año 1982 - Norma para el proyecto construcción y operación de plantas de almacenamiento de gases licuados de petróleo.
- Ley 13660 Para sistemas de seguridad, se debe cumplir la REGLAMENTACION DE LA LEY 13660 DECRETO 10.877/60. Este reglamento garantiza la seguridad de las instalaciones de elaboración, transformación y almacenamiento de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos.

II. Sobre transporte y manipulación

- Ley 12.346 - Comisión Nacional de Coordinación de Transportes.
- Ley 24.653 Transporte Automotor de cargas - Decreto Reglamentario Nacional 1.035/02 Resolución 15/02 de la secretaria de transporte.

III. Sobre Higiene y Seguridad



La Ley 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, y sus decretos Reglamentarios 351/79 y 1338/96 determinan las condiciones de seguridad que debe cumplir cualquier actividad industrial a nivel nacional.

Esta ley, a su vez, establece la obligación de contar con un Servicio de Higiene, Seguridad y Medicina Laboral, a través de profesionales competentes en Seguridad y Medicina del Trabajo.

En líneas generales las condiciones de seguridad que se deben cumplimentar, y que el servicio de Seguridad, Higiene y Medicina Laboral, a través de su asesoramiento, debe controlar con visitas periódicas y mediciones en planta.

IV. Requisitos mínimos para puesta en marcha.

Para la puesta en marcha de la planta, es necesario cumplir con Resolución 1296/2008 de la SECRETARIA DE ENERGIA. Este reglamento establece las condiciones mínimas que deben cumplir las plantas de elaboración, almacenamiento y mezcla de biocombustibles en relación con la seguridad en caso de incendio.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 78 de 268

V. Normas para diseño de equipos: Se menciona en capítulo 4.

7.4 Identificación de riesgos potenciales

Existe una relación entre los accidentes laborales y la temporalidad, la contratación mediante empresas de trabajo temporal, la existencia de turnos y nocturnidad, la antigüedad de la empresa y los sistemas de prevención contratados por las mismas. Los accidentes laborales representan un gran daño físico, psicológico y social para el trabajador que los sufre. Además de las lesiones corporales y psicológicas originadas, la siniestralidad laboral supone un perjuicio social en el entorno del trabajador, y a su vez, un deterioro económico, ya que en la mayoría de los casos supone la ausencia o imposibilidad de ejercer la actividad productiva.

I. Ingreso de camión con materia prima

El transporte luego de ser calado y pasar por balanza se dirige hacia la descarga por volcable, se detiene a la espera de ser llamado por el operador de la descarga.

Riesgos del Proceso

Vehículos en movimiento: Se origina con el movimiento del camión desde el calado hacia balanza y luego detenerse a la espera de la indicación para ser descargado



Señalización deficiente: En el paso del camión hacia la descarga se debe encontrar el sector bien señalizado para evitar confusiones de los transportistas y cuidando la seguridad de las personas que circundan el lugar.

Colisión y choque con peatones: el atropello a los peatones es uno de los accidentes que puede llegar a ocurrir con más probabilidad. Esto se debe a que continuamente los trabajadores están circulando por la misma vía que realiza su paso el camión. La consecuencia de la colisión del vehículo con los peatones puede resultar muy catastrófica poniendo en riesgo la vida de estos últimos.

Incendio: Producto del estado de los vehículos, provocado por cortocircuito, no respetar las normas (fumar, realizar fuego sin autorización), etc ya que este lleva combustible y puede causar este riesgo significativo.

Mitigación del riesgo

- No usar útiles punzantes y/o cortantes para usos distintos para los cuales han sido destinados.
- Se deberá informar en todo momento de los equipos deteriorados.
- Disponer de cajones con dispositivo de bloqueo que impidan su salida de las guías.
- Es recomendable la instalación de muebles con bordes redondeadas.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 79 de 268

- El área de trabajo debe tener una adecuada se señalización.
- Colocar y utilizar correctamente las escaleras. Asegurar los elementos de estas y colocar apoyos antideslizantes.
- Colocar en zonas de trabajo elevadas, barandillas o barras intermedias. – Conservar las vías de acceso y los pasos despejados.
- Recubrir el suelo con firme antideslizante evitando irregularidades.
- Hacer pasar los cables junto a las paredes y recoger, cubrir o señalar los que no se puedan colocarlas.
- Procurar mantener el orden y limpieza de las infraestructuras.

II. Riesgos derivados de la realización de actividades auxiliares

Los riesgos derivados de las labores auxiliares que se darán en la planta, como son administración, laboratorios y mantenimiento son los siguientes: riesgos de golpes y cortes con objetos (tijeras, grapadoras, taladradoras, guillotina, cajones, aristas cortantes, etc.), de caídas al mismo y distinto nivel, de contactos eléctricos, de exposición a olores fuertes de orujo en su recepción ruido, de contacto con sustancias químicas, de incendio, riesgos derivados de equipos con pantallas de visualización de datos y de las condiciones del local de trabajo (temperatura, corrientes de aire, humedad, etc.), riesgos de sobreesfuerzos, de desplome o caída de objetos, de golpes y/o cortes con objetos o herramientas, riesgos derivados del tránsito por la bodega, riesgo de proyecciones, de golpes, contactos, atrapamientos y de quemaduras por soldadura.

III. Riesgos de incendio y explosión



En cuanto a este tipo de riesgo, se sabe que están referidos a la presencia de un cambio físico (de condiciones, presión, temperatura, etc.) de algún químico que presenta inestabilidad a este tipo de cambios. A continuación, se describen estos dos tipos de riesgos.

Incendio

Se define un incendio, como una ocurrencia de fuego no controlada que puede afectar o abrasar algo que no está destinado a quemarse.

Para que esto suceda, es decir, para que el fuego empiece es necesaria la presencia de tres factores:

- **Oxígeno:** también se conoce como comburente, debe estar en una cantidad adecuada en la atmosfera que rodea el combustible para que se genere el fuego.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 80 de 268

- **Combustible;** también se conoce como material reductor, puede ser sólido, líquido o gas.
- **Fuente de calor:** es la cantidad de energía necesaria para que el combustible alcance su punto de ignición.

Estos conforman lo que se llama el triángulo del fuego. El fuego se extingue si desaparece o se acorta alguno de los lados de este triángulo.

Este tipo de riesgo puede presentarse en cualquier momento y cualquier lugar de la planta. Más allá del conocimiento de su existencia, la prevención cumple un papel muy importante para reducir considerablemente el riesgo.

Se puede extinguir el incendio, eliminando el oxígeno, o mejor dicho disminuyendo el aporte de este, aumentando la concentración de espumas o gases inertes, que cumplen la función de “ahogar” el contenido de oxígeno alrededor del foco de incendio.

Explosión

El instituto nacional de seguridad e higiene del trabajo define explosión, como un fenómeno originado por el cambio físico o químico del estado de una masa que produce una gran liberación de energía y un aumento de volumen de un gas o vapor en un medio, recipiente, atmosfera, local, que opone resistencia a dicho aumento.

Las explosiones, pueden clasificarse en forma general como sigue:

a. Explosiones confinadas. corresponden a fugas de gas o vapores inflamables en un recinto cerrado, en caso de encontrarse dentro de los límites de inflamabilidad y de existir un punto de ignición.

b. Explosiones de recipientes se dan principalmente cuando se eleva la presión interior del recipiente de manera violenta y el recipiente llega a perder su resistencia mecánica.



c. Explosiones de vapores no confinados corresponden a la explosión de una nube de gas inflamable o de vapores procedentes de un derrame de líquido inflamable.

d. Explosión de polvo

Cualquier producto sólido combustible en aire puede generar una explosión, si se encuentra en partículas suficientemente pequeñas y suspendido en un espacio y una cantidad de aire suficiente que permita a cada partícula quemar libremente.

Mitigación de riesgo

Tener disponible agua para utilizar contra incendio, como así también, espuma.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 81 de 268

IV. Riesgo eléctrico.

El riesgo eléctrico se produce en toda tarea que implique actuaciones sobre instalaciones eléctricas de baja, media y alta tensión, utilización, manipulación y reparación del equipo eléctrico de las máquinas, así como utilización de aparatos eléctricos en entornos para los cuales no han sido diseñados.

Mitigación de riesgo eléctrico

El Real Decreto 614/2001 es la norma que regula las medidas mínimas de seguridad para la protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico en los lugares de trabajo.

Establece que el empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que de la utilización o presencia de la energía eléctrica en los lugares de trabajo no se deriven riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores o, si ello no fuera posible, para que tales riesgos se reduzcan al mínimo. Se deberá adoptar las siguientes medidas:



- 1) **Instalaciones:** establece las características generales y la forma de utilización y mantenimiento de los equipos e instalaciones eléctricas, para proteger fundamentalmente a los trabajadores usuarios de dichos equipos e instalaciones. Para la regulación específica se remite a la reglamentación electrotécnica.
- 2) **Técnicas y procedimientos de trabajo:** establece de forma detallada los métodos seguros para trabajar en instalaciones eléctricas o en sus proximidades.
- 3) **Capacitación:** diferente en función del tipo de instalación eléctrica, de la relación del trabajador con dicha instalación y del tipo de trabajo a realizar en la misma.

V. Riesgo químico

El **riesgo químico** es aquel riesgo susceptible de ser producido por una exposición no controlada a agentes químicos la cual puede producir efectos agudos o crónicos y la aparición de enfermedades. Los productos químicos tóxicos también pueden provocar consecuencias locales y sistémicas según la naturaleza del producto y la vía de exposición.

Las principales características perjudiciales de las sustancias y productos químicos en general son:

- Toxicidad
- Inflamabilidad y Explosividad
- Reactividad Violenta
- Radioactividad

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 82 de 268

Mitigación de riesgo

- Organización del lugar de trabajo
- Establecimiento de procedimientos de trabajo adecuados
- Adopción de medidas higiénicas adecuadas, tanto personales como de orden y limpieza
- Reducción al mínimo del número de trabajadores expuestos o que puedan estarlo
- Reducción al mínimo de la duración e intensidad de las exposiciones
- Utilización de equipos de protección individual
- Vigilancia de la salud individual
- Información y formación a los trabajadores expuestos

VI. Almacenamiento de productos

El primer factor que se debe considerar respecto al almacenamiento de productos químicos será la planificación de su recepción, es decir, antes de la recepción de una sustancia peligrosa para su almacenamiento, debe ofrecerse información a todos los usuarios respecto a su correcta manipulación. La planificación y el mantenimiento de las áreas destinadas al efecto son necesarios para evitar las pérdidas de material, los accidentes y los desastres. La prestación de unos servicios de conservación adecuados es esencial, y debe prestarse especial atención a las sustancias incompatibles, la ubicación conveniente de los productos y las condiciones climáticas. Se consideran aquellas sustancias de carácter explosivo, oxidantes, inflamables, tóxicas o corrosivas.

En el caso de nuestra planta, será la recepción de materia prima, tanques de solución de ácidos y bases como así también, de almacenamiento de producto principal.

Mitigación de riesgo

Muros de contingencia adecuados



Localización segura

7.5 Emergencia operativa – Falla en el suministro de agua de cruda

El agua cruda tiene como fuente de provisión el EPAS, y reservas en el TK- 701

Las principales fuentes que se verán afectadas son **calderas y torre de agua de enfriamiento**. Otros servicios son: agua potable a seguridad y sala de control, duchas de emergencia en planta.

Los fallos para tratar en la recepción de agua cruda pueden ser: calidad (alta conductividad, turbidez, etc.), cantidad (corte del suministro) o ambos.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 83 de 268

Si el suministro de agua cruda es cortado, la caldera y torre de enfriamiento pueden provocar, por bajo nivel de esta, una emergencia operativa en la planta debido a que sin agua cruda es imposible la generación de vapor para usar en las distintas etapas del proceso ni agua de enfriamiento para los distintos intercambiadores de calor para enfriar líneas y/o sistemas de encamisado de vapor en reactores.

Es probable que el ingreso de agua sea por gravedad si es habilitado el TK se deberá instalar una manguera contra incendios desde un hidrante a la pileta de la torre de enfriamiento, para mantener el nivel de esta. Dicha provisión de agua será consumida del TK-. Para esta maniobra se debe avisar al sector Seguridad para establecer el control de las bombas de incendio.

En este caso, se deberá llamar a la Guardia Operativa y al EPAS para que este informe las dificultades y duración del problema.

Si la incertidumbre aumenta o los plazos informados superan la capacidad remanente, se deberá bajar carga en la planta, con lo cual disminuirá el consumo de agua.

7.5.1 Plan de respuesta ante emergencias

El Plan de gestión para emergencia, determina una serie de procedimientos complementarios y/o alternativos al funcionamiento normal de una organización, para cuando una de sus funciones usuales se ve perjudicada por una emergencia interna o externa.

El plan de gestión para emergencia debe permitir elaborar y ejecutar un plan de Emergencias el cual debe contemplar tres etapas cuya secuencia debe ser respetada, considerando instalaciones u operaciones existentes y/o nuevas instalaciones u operaciones.



1. Actuación Preliminar
2. Actuación en la Emergencia
3. Actuación para la Recuperación

1. Actuación Preliminar

Es la etapa donde se contempla las acciones previas a la emergencia, siendo ellas:

a. Acciones dirigidas a determinar escenarios de la emergencia para su pre-planificación, considerando estudios de riesgo realizados:

- Estudios de evaluación de las situaciones de riesgo de incendio, explosión y escape de gas. (Preplaning)
- Estudios HAZOP

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 84 de 268

- Estudio de evaluación de riesgos de incendio, explosión y escape de gases, sobre edificios considerando API 752 – 753
- Evaluación de Impactos Ambientales
- Evaluación de Riesgos Laborales
- Análisis de corte de suministro de servicios

Los análisis de riesgos adecuados a las instalaciones y escenarios de que se trate, se aplicarán los requisitos previstos por la Norma 10065-PR-370400-100M Gestión de Riesgos de Seguridad y Medio Ambiente en Activos Industriales y Gestión de Cambios

Se podrán identificar escenarios únicos de actuación o una combinación de ellos.

A continuación, se indican situaciones presentes en los escenarios:



- Incendio.
- Explosión.
- Derrames.
- Fugas de gases combustibles y/o tóxicos.
- Emergencias médicas.
- Condiciones climáticas extremas.
- Conflictos sociales/gremiales propios y de terceros.

Se tendrá en cuenta la totalidad de los recursos que pudieran ser impactados, siendo los posibles recursos afectados:

- Trabajadores.
- Poblaciones.
- Centros habitacionales.
- Acuíferos Superficiales y Subterráneos.
- Reservas naturales.
- Instalaciones industriales.
- Flora y Fauna.
- Atmósfera

b. Programas de prevención que permita reducir las Consecuencias, la Exposición y/o Probabilidad de ocurrencia de incidentes y/o emergencias. Entre ellos deben aplicarse los referidos a:

- Gestión de las recomendaciones surgidas de Análisis de Riesgos
- Gestión del Cambio.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 85 de 268

- Procedimientos Operativos.
- Permisos de Trabajo.
- Sistemas de aislación y bloqueos.
- Integridad Mecánica.
- Monitoreo ambiental.
- Auditorías e Inspecciones.
- Formación del Personal.
- Programa de entrenamiento para emergencia predeterminada con participación de fuerzas públicas.
- Disponibilidad del stock mínimo requerido de productos de consumo para los peores escenarios posibles (worst-case escenarios): agua, concentrado espumígeno, dispersantes, materiales oleofílicos, barreras, etc.
- Procedimientos de Parada y Puesta en Marcha.
- Procedimientos ante escenarios tales como: falla en sistemas de control, de calentamiento o de enfriamiento, u otros.



c. Documentación requerida para la elaboración del Plan de Actuación: se detalla un listado de información mínima aplicable:

- Datos de Seguridad de Productos Químicos.
- Planos de la red y reserva de agua contra incendio.
- P&IDs,
- Resultado de los Análisis de Riesgo.
- Organigramas.
- Estudio de Impacto Ambiental

d. Disponibilidad de las instalaciones, equipos, defensas, personal y demás recursos para la respuesta adecuada ante las emergencias, considerando los peores escenarios posibles determinados; para ello se debe considerar la disponibilidad de:

- Sistemas automatizados de detección, alarma y respuesta ante la emergencia.
- Salas de control de las operaciones adecuadamente protegidas.
- Provisión de energía de fuentes distintas para los sistemas críticos.
- Sistemas de guardias del personal para cubrir las emergencias en horarios y días inhábiles.

e. Cadena de Mando para la Actuación y Recuperación de la Emergencia, por cada escenario identificado de emergencia, deberá existir procedimiento de la intervención específica y debe tener definidas las responsabilidades de actuación del negocio para cada una de las



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 86 de 268

emergencias.

Se debe contemplar como integrantes de cadena de comando los siguientes puestos:

Tabla 18: Cadena de comando ante emergencias

Rol y cadena de comando descendente	Responsable	Rol	Asisten/ Asesoran
Director Comité	Gerente del Complejo	Liderar la actuación de la emergencia	Integrantes de sus primeras líneas en ámbitos tales como: Producción, Servicios Técnicos, Recursos Humanos
Jefe Grupo Respuesta	Jefe de producción	Lidera las tareas asociadas al control de la emergencia, gestionando el recurso requerido por el grupo de ataque, manteniendo una comunicación permanente.	Supervisor
Jefe Grupo de Apoyo	Jefe Mantenimiento	Coordina las actividades de logística, evacuación, servicio médico y comunicación, facilitando la actuación del Grupo de Ataque, requeridas por el jefe Grupo de Respuesta.	Grupo de Evacuación, Servicio Médico
Jefe Grupo Ataque	Seguridad/Brigadistas	Comandar el Grupo de Ataque.	Grupo de Ataque

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 87 de 268



2. Actuación en la Emergencia

Es la respuesta ante la emergencia y comprende tanto los aspectos organizacionales como operativos para realizar acciones de contención, evacuación y control.

a. Nivel de Actuación, considerando una matriz de clasificación de severidad de incidentes; se determina tres niveles de actuación con diferentes grados de respuesta y de grupos de actuación:

Tabla 19: Niveles de actuación y roles

Nivel de Actuación	Descripción	Actúa
Verde	<p>Incidentes de Nivel Menor y Relevante.</p> <p>No generan interés en periodistas, vecinos, asociaciones o autoridades locales, más allá de lo rutinario de estos casos como por ejemplo notificaciones regulares de incidentes.</p>	Grupo de Ataque
Amarillo	<p>Incidentes de Nivel Mayor.</p> <p>Generan interés en periodistas, vecinos, asociaciones o autoridades locales, más allá de lo rutinario de estos casos.</p> <p>Incluye interrupción del negocio por escenarios tales como sabotaje, pérdida de una instalación de proceso clave, falta de insumos críticos, acciones gremiales locales u otras de que se entiendan como de importancia o relevantes para el negocio.</p> <p>Este comité puede ser convocado por el director del negocio sin que los puntos anteriores se hayan cumplido.</p>	<p>Grupo de Ataque</p> <p>Grupo de Respuesta</p> <p>Comité</p>

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 88 de 268

Rojo	<p>Incidentes de Nivel Crítico.</p> <p>Generan interés en periodistas, vecinos, asociaciones o autoridades nacionales.</p> <p>Incluye interrupción del negocio por escenarios tales como sabotaje, pérdida de una instalación de proceso clave, falta de insumos críticos, acciones gremiales locales u otras de que se entiendan como de importancia o relevantes para la compañía.</p> <p>Este comité puede ser convocado por el director del negocio sin que los puntos anteriores se hayan cumplido</p>	<p>Grupo de Ataque</p> <p>Grupo de Respuesta</p> <p>Comité</p>
-------------	---	--

Ante una emergencia, se debe contar con los siguientes aspectos:



- Listado del equipamiento disponible para emergencias y su ubicación.
- Medidas operativas para llevar los procesos/operación a condición segura ante una emergencia, como paro de planta.
- Ficha o Procedimiento de actuación según Pre-Planificación de las emergencias en los escenarios concretos identificados para las peores situaciones posibles.

3. Actuación para la recuperación

Comprende las acciones que deben desarrollarse para retornar las condiciones operativas a los niveles pre-incidente y/o las medidas para reacondicionar las áreas afectadas por la emergencia o las medidas utilizadas para mitigarlas.

Contemplar las actividades posiblemente deban comenzar durante la propia emergencia, y ello debe estar expresamente indicado y programado, además las medidas de corto y mediano plazo que permitan la restauración de las funciones, servicios, recursos, instalaciones, programas e infraestructura. Para ello se debe contemplar:

- Programa de disposición de efluentes y residuos generados durante la emergencia y su control.
- Programa de atenuación de las afectaciones ambientales a partir de la preplanificación de

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 89 de 268

las respuestas.

- Procedimiento de revisión crítica de los planes de emergencia considerando la experiencia adquirida.
- Programa de asistencia directa o indirecta a los damnificados.
- Evaluación de riesgos para adoptar las medidas de control correspondientes para la puesta en marcha o reinicio de operación en la post emergencia.
- Procedimiento para la interrupción de la emergencia.

Capacitación y Entrenamiento.

El personal con función encuadrada en el Plan de Emergencia debe contar con la capacitación y entrenamiento correspondiente a su función específica.

El Plan de Emergencia debe ser difundido a nivel de toda la organización local y prever la difusión a nivel externo ante los entes involucrados.

Se debe considerar la participación de entidades u organismos externos en las capacitaciones y entrenamientos, que pueden ser convocados en la emergencia, comprometiéndose a cada ente a participar en una actividad de capacitación y entrenamiento al año.

Los grupos de respuesta y de ataque deben realizar prácticas en todos los escenarios planificados, verificando que las acciones previstas en el lugar específico sean las adecuadas y que el equipamiento disponible puede ser desplegado acorde a lo previsto.

7.6. Diseño de sistema de red contra incendios

Se deberán ubicar los hidrantes en el plano siguiendo algunos de los métodos establecidos. La premisa, cualquier sea el método, es que el área de cada sector debe quedar cubierta al menos por un hidrante y su manguera.



La cobertura de cada hidrante debe quedar reflejada en el plano correspondiente.

Los métodos para localizar hidrantes son los siguientes:

- **Método de longitud real:** el largo máximo de cada manguera depende del tipo de red y se encuentra indicada en la siguiente tabla:

Tabla 20: Método de longitud real - diámetro de boca de hidrantes

Tipo de red	Diámetro de la boca de incendio	
	45mm	64mm
Abierto	20m	25m
Anillo	30m	30m

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 90 de 268

- **Método de localización de las salidas**
- **Método del Uso o riesgo específico**



En cuanto a la ubicación de los hidrantes, se debe tener en cuenta la clase, forma constructiva y tipo de sistema de red que se piensa instalar en el lugar considerado; las clases, las formas y los tipos son los siguientes

- Clase I: mangueras de 2 ½ (63,5mm) pulgadas de diámetro
- Clase II: mangueras de 1 ¾ (45mm) pulgadas de diámetro
- Clase III: incluye los diámetros especificados en las clases anteriormente nombradas.
- Red del tipo ramal abierto: la red se abre a partir de la fuente de suministro en sucesivos ramales, cada una de las cuales termina en una o varias bocas de incendio.
- Red del tipo anillo o cerrado: la red se extiende siguiendo el perímetro de la superficie a cubrir y cada hidrante es alimentado de por lo menos dos cañerías.
- Sistema de tubería húmeda: tiene todas sus tuberías llenas de agua.
- Sistema de tubería seca.

Para poder determinar la ubicación de las bocas de incendio se deben cumplir los siguientes criterios de diseño:

1. Los hidrantes se deberán distribuir en toda la zona que se necesita proteger. Se deben ubicar de tal manera que ninguna parte quede alejada en mayor medida que la que corresponde a cada tipo de sistema.
2. Las bocas de incendio se deben ubicar con preferencia en el exterior de los edificios, en cercanías a las puertas o vías de accesos a oficinas.
3. Para poder fijar el límite de cobertura de cada hidrante, se deben tener en cuenta los obstáculos, tales como paredes que dificulten las zonas a proteger.
4. En las construcciones que cuenten con un gran número de subdivisiones (oficinas, habitaciones, etc) las bocas de incendio se deben colocar de forma tal que las líneas de mangueras tengan una ruta de acceso lo más recta y directa posible respecto a todas y cada una de las subdivisiones.
5. Si la distancia que existe entre 2 edificaciones es menor a los 10 metros, las bocas de incendio se deben instalar de forma tal de poder brindar protección a la pared interior que quede afectada por la construcción lindera.
6. Todas las cañerías y bocas de incendio que componen una red fija se colocarán de forma tal que no se encuentren expuestas a sufrir daños por causas físicas.

Procedimiento para el diseño de sistema de protección por hidrantes

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 91 de 268

1) **Determinar la ubicación de los hidrantes;** analizando el área de cobertura de este. Se debe comenzar trazando un arco de circunferencia con centro en la boca de cada hidrante y el radio de esta debe ser igual a la distancia cubierta en forma efectiva por la manguera. La disposición de los hidrantes queda determinada según la siguiente ilustración

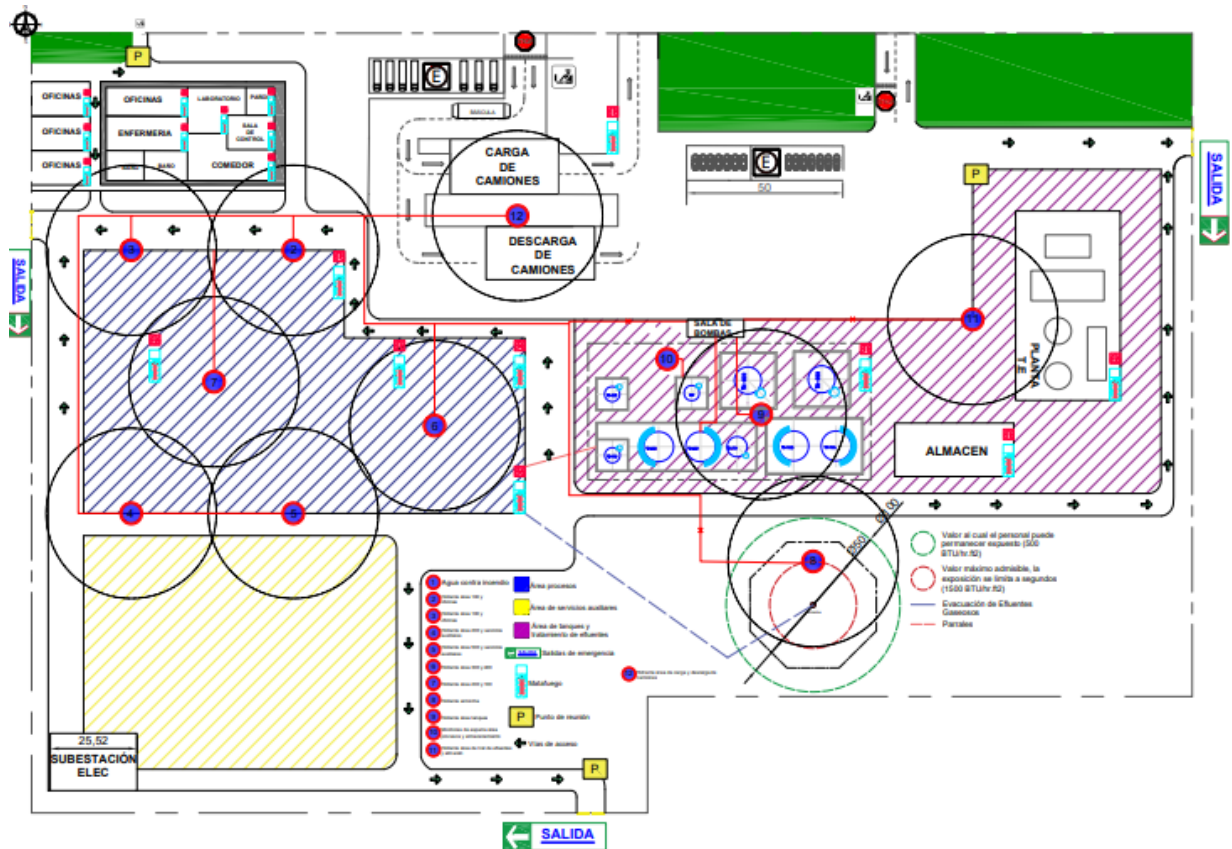




Ilustración 30: Diagrama de r.c.i

2) **Determinar los diámetros de las cañerías;** se debe comenzar con los ramales de distribución y luego se determina el diámetro de la cañería de alimentación. El método que utilizaremos para la selección del diámetro es por medio de tablas.

i. Ramales abiertos

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 92 de 268

Para ramales abiertos como se muestra en el plano, se procede a ubicar en el layout las bocas. Para determinar el diámetro de la cañería se deben contar cuantas bocas de incendio quedan aguas abajo del tramo de cañería.

Se considera que el diámetro más desfavorable es de 3 1/2”.

Tabla 21: Cantidad de hidrantes por diámetro de boca

Cantidad de hidrantes	Hidrantes de 1 3/4 “de diámetro	Hidrantes de 2 1/2” de diámetro
1	2”	2 1/2”
2	2 1/2”	3”
3	3”	3”
4	3”	3”
5	3”	3 1/2”
6	3”	3 1/2”
7	3 1/2”	4”
8	3 1/2”	4”

ii. Cañería de alimentación



Para determinar el diámetro de la cañería de alimentación, se debe tener en cuenta la cantidad de ramales que presenta la red y en función de eso se seleccionara la adecuada según la tabla siguiente:

Tabla 22: Cantidad de ramales y diámetro necesario para rci

Cantidad de ramales aguas debajo de la cañería de alimentación	Diámetro del tramo de cañería de alimentación
1 ramal	4”
2 ramales	5”
3 ramales	6”
4 ramales	8”
5 ramales	8”
6 ramales	8”
7 ramales	8”

3) Cálculos de pérdidas de carga

Tabla 23: Cálculo de pérdida de carga por tramos

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 93 de 268

TRAMO	ACCESORIOS	CANTIDAD	TUBERIA EQUIVALENTE	VALOR DE C	LONG EQ	LONG DE TUBERIA	TOTAL
1	Codo 90°, 3,5"	4	2,438	1,32	12,875	100,886	150,373
	Tee, 3,5"	2	5,182	1,32	13,679		
	Válvula de retención, 3,5"	3	5,791	1,32	22,933		
2	Codo 90°, 3,5"	2	2,438	1,32	6,437	64,022	249,800
	Tee, 3,5"	2	5,182	1,32	13,679		
	Válvula de retención, 3,5"	2	5,791	1,32	15,289		
3	Codo 90°, 3,5"	2	2,438	1,32	6,437	238,022	366,015
	Tee, 3,5"	1	5,182	1,32	6,840		
	Válvula de retención, 3,5"	2	5,791	1,32	15,289		
4	Codo 90°, 8"	2	14,484	1,32	38,238	113,022	1089,658
	Tee, 8"	5	90,526	1,32	597,469		
	Válvula de retención, 8"	2	28,160	1,32	74,342		

4) Cálculo de pérdida de carga por tramo (p/m) y Perdida total.

Las longitudes equivalentes se obtienen a partir de la NFPA 13.

Tabla 21.4.3.1.1 Tabla de Longitudes Equivalentes de la Tubería de Acero Cédula 40



	Accesorios y Válvulas expresados en Pies Equivalentes de Tubería														
	½ pulg	¾ pulg	1 pulg	1¼ pulg	1½ pulg	2 pulg	2½ pulg	3 pulg	3½ pulg	4 pulg	5 pulg	6 pulg	8 pulg	10 pulg	12 pulg
Accesorios y Válvulas	(15 mm)	(20 mm)	(25 mm)	(32 mm)	(40 mm)	(50 mm)	(65 mm)	(80 mm)	(90 mm)	(100 mm)	(125 mm)	(150 mm)	(200 mm)	(250 mm)	(300 mm)
Codo a 45°	—	1	1	1	2	2	3	3	3	4	5	7	9	11	13
Codo estándar a 90°	1	2	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	18	22	27
Codo de giro largo a 90°	0,5	1	2	2	2	3	4	5	5	6	8	9	13	16	18
Tee o cruz (giro de flujo de 90°)	3	4	5	6	8	10	12	15	17	20	25	30	35	50	60
Válvula mariposa	—	—	—	—	—	6	7	10	—	12	9	10	12	19	21
Válvula de compuerta	—	—	—	—	—	1	1	1	1	2	2	3	4	5	6
Retención tipo charnela*	—	—	5	7	9	11	14	16	19	22	27	32	45	55	65

Para unidades SI: 1 pulg = 25,4 mm; 1 pie = 0,3048 m

Nota: La información sobre tubería de ½ pulg se incluye en la tabla sólo porque se permite bajo 8.22.19.3 y 8.22.19.4.

*Debido a las variaciones en el diseño de las válvulas de retención, los equivalentes de los tubos indicados en esta tabla, se consideran un promedio.

Ilustración 31: Pérdidas de carga en tuberías por accesorios y válvulas

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 94 de 268

La fórmula para usar es la de Hazen- Williams; esta fórmula nos permitirá realizar los cálculos de pérdidas de carga.

$$\frac{P}{m} \left(\frac{\text{bar}}{m} \right) = 6,05 \times 10^5 \times \frac{Q^{1,85}}{d^{4,87} \times c^{1,85}}$$

Tabla 24: Resultados de pérdidas de carga por tramo

	Q(L/min)	D(mm)	C	P/m (bar/m)	Leq(m)	P total (bar)
TRAMO 1	833,333	88,9	140	0,000529	94,635	0,050
TRAMO 2	833,333	88,9	140	0,000529	175,542	0,093
TRAMO 3	833,333	88,9	140	0,000529	154,950	0,082
TRAMO 4	833,333	88,9	140	0,000529	174,460	0,092
						0,317

5) Determinación de la presión en la bomba o presión nominal

$$P_{nominal} = P_{hidrante \text{ más desfavorable}} + P_{pérdida}$$

$$P_{nominal} = 7,32 \text{ bar} = 76,664 \text{ mca}$$

6) Caudal de bombeo determinado por norma

Q nominal para 4 hidrantes= 50 m3/h por hidrante.



Si consideramos un total de 4 hidrantes = 50 m3/h *4=200m3/h=55,55 l/s

Según la Resolución 1296/2008. Art 96, los tanques de almacenamiento de biocombustible requieren de unas cortinas aisladoras de agua entre un tanque incendiado y los que lo rodean recibiendo un caudal de agua mínimo de 0,030 m3/(h x m2), garantizando una operación mínima del sistema de refrigeración de 2 horas.

$$Superficie \text{ de tanques de biocombustible} = 2 \times (2 \times \pi) \times r \times h$$

$$Superficie \text{ de tanques de biocombustible} = 2 \times (2\pi) \times 3m \times 3,6m$$

$$Superficie \text{ de tanques de biocombustible} = 136m^2$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 95 de 268

$$Q \text{ min para tanques} = 0,030 \text{ m}^3/\text{h} \times \text{m}^2 \times 136\text{m}^2 = 4,08\text{m}^3/\text{h} = 1,13 \text{ l/s}$$

$$Q \text{ nominal} = (55,55 + 1,13)\text{l/s} = 56,68 \text{ l/s}$$

7) Selección de bomba

La propuesta debe incluir el suministro e instalación de las bombas completas con motor, controlador(es) y demás accesorios requeridos.

Para la conexión del equipo se utilizará tubería ACERO SCH 40 que cumpla la norma ASTM A-53 y accesorios de unión mecánica tipo ranurada que permitan la facilidad de mantenimiento del equipo.

Será un sistema con una (1) motobomba PRINCIPAL para el 100% y una JOCKEY para el 1% del caudal total, y demás accesorios especialmente cumpliendo la norma NFPA 20. Este sistema deberá garantizar el funcionamiento de la red en caso de incendio; se mantendrá siempre presurizado y para caudales pequeños trabajará la bomba jockey.

i. Bomba principal

Será un sistema con motobomba y demás accesorios especialmente certificados y registrados como sistema contra incendio por UL y/o FM.

La bomba principal estará sujeta a la norma de NFPA 20 Ed. 2013, será tipo HORIZONTAL SPLIT CASE ELÉCTRICA listada por UL (Underwrite Laboratories) y aprobada por FM (Factory Mutual).

La bomba elegida será el modelo de Bomba CPH 100-310 Rodete 278.

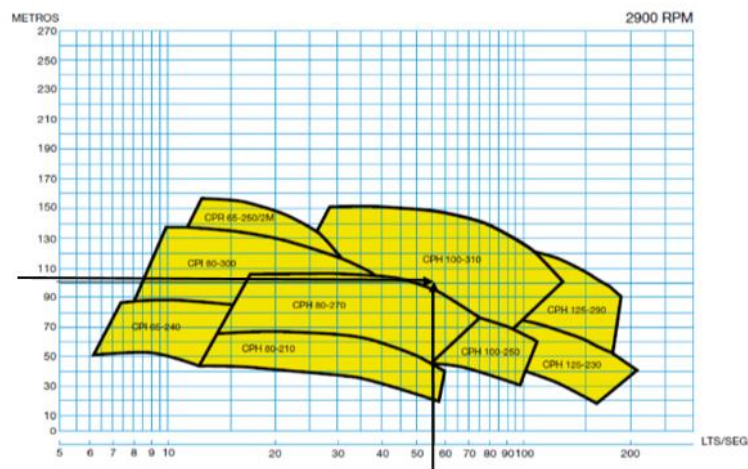




Ilustración 32: Rangos de trabajo para diferentes tipos de bombas

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 96 de 268

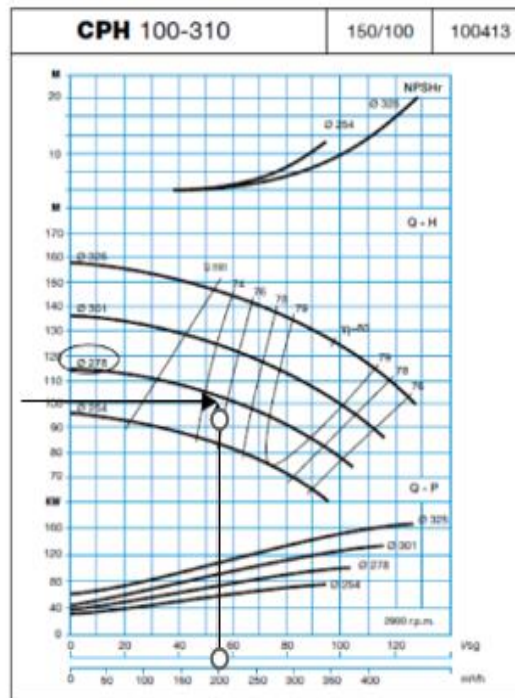


Ilustración 33: Curva de bomba elegida

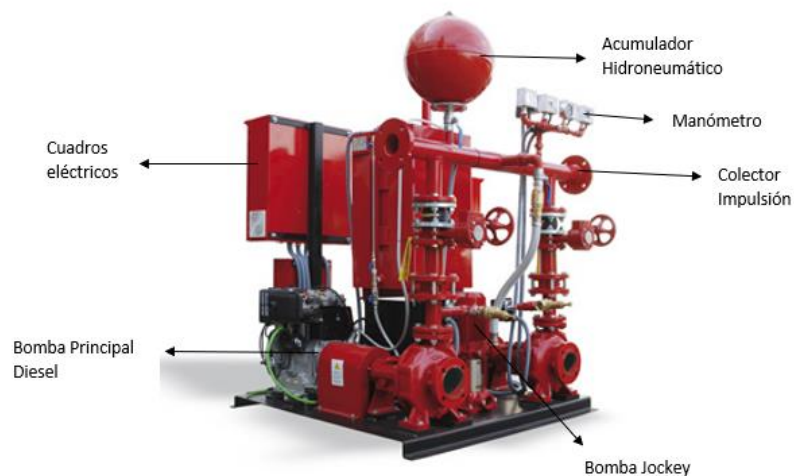




Ilustración 34: Sistema de bomba seleccionado

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 97 de 268

Se dispondrá de una unidad con el 100% de las condiciones de cabeza y caudal especificadas a deberá también enviar a no menos del 150% del caudal nominal a una presión no inferior al 65% de la presión nominal.

ii. Bomba jockey

Se dispondrá de una unidad JOCKEY de tipo VERTICAL MULTISTAGE PUMP con el 100% de las condiciones de cabeza y caudal especificada. Será un sistema que garantice el funcionamiento de la red en caso de incendio, se mantendrá siempre presurizado y para caudales pequeños trabajará la bomba jockey.

Los accesorios y demás características de motobombas y motores deben cumplir con lo especificado en la Norma NFPA 20 para sistemas de bombeo contra incendios. Así mismo la conexión hidráulica y eléctrica debe hacerse cumpliendo la Norma antes mencionada y con los requerimientos de conexión de Código Eléctrico Nacional NFPA 70.

iii. Motobombas

El sistema contará con bombas HORIZONTAL SPLIT CASE eléctrica como bomba principal y una bomba Jockey de tipo VERTICAL MULTISTAGE PUMP eléctrica.

Los motores de las bombas de extinción deberán estar alimentados por al menos dos fuentes de energía independientes, por ejemplo:

- Dos motores diésel con depósitos totalmente independientes. En zonas donde se corra riesgo de que las bajas temperaturas puedan impedir su uso, se colocaran dentro de galpones debidamente acondicionados para su ventilación, según NFPA 20.
- Un motor diésel y uno eléctrico.
- Dos motores eléctricos con fuentes totalmente independientes (incluyendo canalizaciones por recorridos diferentes), de manera que el mismo evento de falta de alimentación de energía no debe afectar ambas alimentaciones.

8) Tipo de hidrante y ubicación

Hidrante de columna seca: el hidrante contra incendio de vacía automáticamente tras su utilización, protegiéndolo de daños por heladas. Incorporando un sistema anti-rotura, que asegurara la estanqueidad en caso de rotura por impacto.



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 98 de 268



Ilustración 35: Hidrante de columna seca

Los hidrantes se ubicarán en posiciones estratégicas alrededor de las áreas de proceso, instalaciones de carga y descarga, instalaciones de almacenamiento de líquidos inflamables o tóxicos, áreas de trasvase de productos, muelles de atraque y edificios de la planta.

La separación entre hidrantes no excederá lo siguiente:

- 40 metros alrededor de unidades de proceso, instalaciones de carga/descarga y estaciones de bombeo de GLP/GNL.
- 50 metros alrededor de instalaciones de almacenamiento.
- 70 metros alrededor de edificios, proximidades de terminales marítimas y áreas de bajo riesgo (tratamiento de aguas residuales, unidades de servicios, etc.)

9) Requerimiento de espuma

Según el artículo 90 de la resolución 1296/2008 que establece las condiciones mínimas que se deben cumplir en las plantas de almacenamiento en relación con la seguridad en caso de incendios, en la plataforma de descarga de los líquidos inflamables se debe contar con dispositivos fijos de espuma ignífuga. La misma debe ser un concentrado de AR-AFFF, que lo que hace es formar una película polimérica. Estas espumas mecánicas son sintéticas de baja expansión.

Se utilizan normalmente para fuegos de líquidos que son miscibles en agua y por lo tanto destruye rápidamente las espumas normales. En el mercado se encuentra disponible en 2 presentaciones, la más común es la de 3-6% que se usa al 3% para hidrocarburos y al 6% en solventes y la otra presentación es de 3%-3% para todo tipo de combustible.





 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 99 de 268



Ilustración 36: Tanque espumógeno para relleno con espuma seleccionada

Bibliografía

- Apuntes de la cátedra – Seguridad de los procesos
- Ley 13660 relativa a la seguridad de las instalaciones de elaboración, transformación y almacenamiento de combustibles sólidos minerales, líquidos y gaseosos, en su decreto N° 10.877/60
- <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/278111/HDS.pdf>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Riesgo_qu%C3%ADmico
- Análisis de riesgos en la producción de vino - Muñoz Gustavo, Castro María, Echegaray Marcelo, Palacios Carlos y Rodríguez Rosaa - Instituto de Ingeniería Química-Facultad de Ingeniería-Universidad Nacional de San Juan

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 100 de 268

8. Layout

Este apartado refiere al arreglo espacial de la planta de proceso y las interconexiones existentes dentro de ella. El mismo se realiza teniendo en cuenta requerimientos de seguridad, economía, protección de las personas y medio ambiente, construcción, mantenimiento, operación, espacios para futuras expansiones y las necesidades del proceso. A su vez, proporciona información sobre la distribución de cada equipo en el mejor lugar para su adecuado funcionamiento con otros elementos relevantes y provee un adecuado espaciado dentro de la planta asegurando que sea funcional, seguro, ambientalmente aceptable, operable, de fácil mantenimiento y económico.

8.1 Separación entre equipos dentro de una misma área

La separación entre equipos se establece según la siguiente Ilustración de interrelaciones:

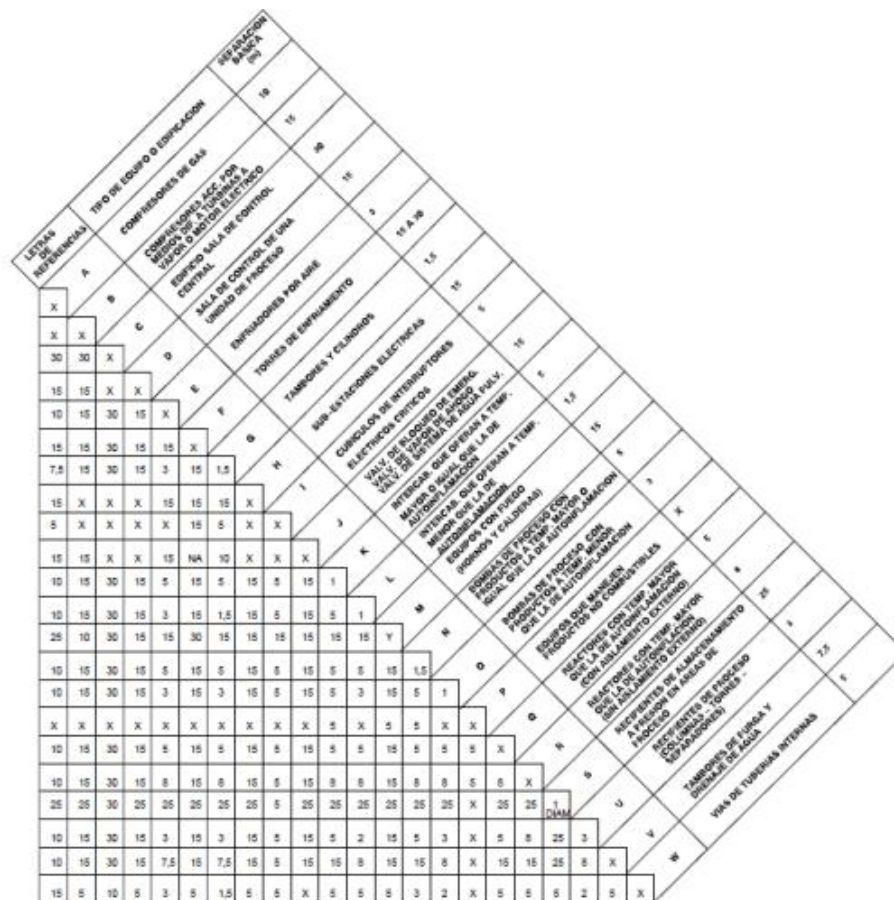


Ilustración 37: Distancias mínimas entre áreas. Manual de ingeniería de riesgos. PDVSA VOL I

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 101 de 268

8.2 Separación entre diferentes instalaciones

En la Ilustración 32 se podrán observar las distancias mínimas entre las diferentes instalaciones, las cuales fueron establecidas mediante interrelaciones.

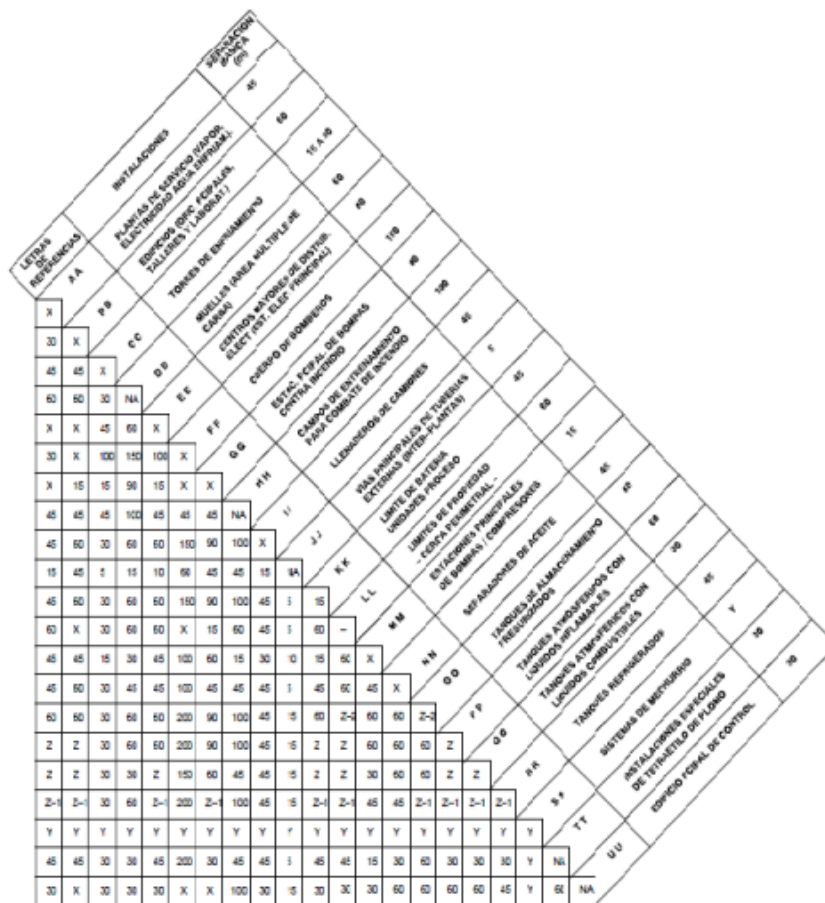




Ilustración 38: Distancias mínimas entre instalaciones. Manual de ingeniería de riesgos. PDVSA VOL I

8.2.1 Plantas de Servicio (Edificio de Calderas, Instalaciones de Generación y Distribución de Potencia Eléctrica, Casa de Bombas de Agua de Enfriamiento)

Se considerará una separación adecuada de 45 metros para proteger las instalaciones críticas de generación de vapor, electricidad y agua de enfriamiento, contra posibles incendios y/o explosiones en instalaciones cercanas. Los generadores de vapor que suministran una pequeña cantidad de vapor a una planta en particular, podrán ubicarse dentro del límite de batería de dicha planta, con separaciones equivalentes a las consideradas para los hornos.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 102 de 268

8.2.2 Edificios (Oficinas Principales, Talleres y Laboratorios)

Los edificios que se encuentren ocupados por personal no involucrado directamente en el control operacional, deberán estar ubicados vientos arriba y a la mayor distancia posible de las áreas con riesgo de incendio, explosión o escapes de productos peligrosos. La separación adecuada a estos edificios se considerará de 60 metros en relación a los incendios en instalaciones típicas de proceso, manejo y almacenamiento de hidrocarburos. En instalaciones con elevado riesgo potencial de formación de nubes de gases inflamables o tóxicos, se deberá analizar según la necesidad de incrementar la distancia mínima establecida. Deberá evitarse el tendido de tuberías que manejen productos peligrosos, a distancias menores de 45 metros de edificios. Sólo se permitirán distancias menores, hasta 15 metros, si las tuberías son completamente soldadas sin válvulas ni bridas.

8.2.3 Estación Principal de Bombas



Se considerará una separación adecuada de 90 metros entre las bombas contra incendio y equipos que manejan hidrocarburos para prevenir daños a las bombas por la exposición a incendios y/o explosiones. Las bombas contra incendio que sirven a una única instalación (muelle, llenadero de camiones, estación de flujo), podrán ubicarse a menores distancias, en base a un análisis específico en cada caso particular.

8.2.4 Distribución y vías de acceso, carga y descarga, movimientos de camiones.

La separación de 45 m respecto a otras instalaciones permite una adecuada dispersión de los vapores que puedan producirse durante la carga de camiones cisternas, disminuyendo así los daños que pudieran producirse sobre equipos adyacentes en caso de incendios en el transcurso de carga y descarga de los camiones. La separación de los llenadero debe ser de 45 m, de esta forma cumplirá con las necesidades operacionales que requieren los camiones, a fin de garantizar un movimiento seguro de estos, hacia y desde los llenadero.

8.2.5 Tuberías Externas (Inter-plantas)

Las tuberías de productos inflamables y/o combustibles que interconectan distintas unidades o bloques de una instalación, deberán disponer de los accesorios necesarios que permitan bloquearlas en ambos extremos. Se establece una separación mínima de 5 metros al límite de batería de las unidades o bloques, con el objeto de minimizar la exposición de las tuberías en caso de incendio en la unidad y una separación básica de 5 metros, que deberá incrementarse a 8 metros desde los hornos y otros equipos con fuego que manejen productos inflamables. En caso de que las tuberías sean tendidas en trincheras, esta última deberá tener una pendiente que asegure el desalojo de cualquier fuga de producto o del agua contra incendio, en el menor tiempo posible, hacia el sistema de manejo de aguas contaminadas con hidrocarburos. En cuanto a tanques de almacenamientos la separación deberá ser de 15 metros desde la pared del mismo.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 103 de 268

8.2.6 Antorcha

La ubicación de la antorcha esta seleccionada de manera tal, que la llama este en dirección del viento a una zona deshabitada para evitar posibles incendios, y a 140 metros del proceso.



8.2.7 Unidades de proceso

Una separación básica de 45 metros entre unidades de proceso y otras instalaciones, minimiza daños a los equipos en ambas instalaciones, en caso de incendio o explosiones de moderada magnitud. Pero se considerará una separación mínima de 15 metros entre unidades de procesos para permitir así la parada independiente de cualquiera de estas unidades para reparaciones o mantenimiento. Para unidades de alto riesgos se recomienda una separación de 30 metros.

8.3 Áreas clasificadas

Un área clasificada es aquella zona en la que puede formarse una atmósfera potencialmente explosiva. La clasificación expresa la probabilidad de existencia y magnitud de duración de una atmósfera explosiva en un área delimitada. Una explosión es la liberación súbita de energía contenida en una determinada mezcla de combustible y comburente, generando una onda de choque (presión) y un frente de llama. Sus efectos son de carácter destructivos La magnitud del daño dependerá de lo que se encuentre expuesto a sus efectos. Según API RP 500 - Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum facilities, tenemos diferentes tipos de clase:

- a. Clase I, División 1 ubicaciones, localizaciones (1) en el se presentan concentraciones de gases inflamables o vapores que existen en condiciones normales; (2) en el que las concentraciones inflamables de gases o vapores pueden existir con frecuencia debido a las operaciones de reparación o mantenimiento o por fugas; o (3) interrupción o funcionamiento defectuoso de equipos o procesos podrían soltar concentraciones de gases inflamables o vapores, y también pueden causar falla simultánea del equipo eléctrico que podría convertirse en una fuente de ignición. Esta clasificación generalmente incluye ubicaciones donde líquidos volátiles o gases licuados son transferidos de un recipiente a otro; o zonas interiores donde se utilizan solventes volátiles; lugares abiertos con depósitos de líquido; lugares mal ventilados donde los gases inflamables se acumulan y donde es probable que ocurran en el curso de las operaciones normales concentraciones de gases o vapores inflamables.
- b. Clase I, División 2 ubicaciones, localizaciones (1) en la que se manejan líquidos volátiles inflamables o gases inflamables, procesado o utilizado, pero en el que los líquidos, vapores o gases normalmente se limita dentro de recipientes cerrados o sistemas cerrado de que puede escapar sólo en caso de ruptura accidental o avería de tales contenedores, o en caso de operación anormal del equipo; (2) en la cual concentraciones inflamables de gases o vapores son prevenidas normalmente por ventilación mecánicas positivas y que podría llegar a ser inflamables por falta o funcionamiento anormal de la ventilación; o (3) Las adyacentes a una División 1 y, por comunicación, ocasionalmente

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 104 de 268

- tener presencia de gases o vapores inflamables, a menos que cuenten con ventilación positiva desde una fuente que garantice aire limpio y esté protegido contra fallas.
- c. Clase II, División 1 Las áreas Clase II, División 1 son aquellas donde se encuentra polvo combustible suspendido en el aire bajo condiciones normales en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas o inflamables. El polvo puede ser emitido al ambiente continuamente, intermitentemente o periódicamente o durante operaciones normales de reparación o mantenimiento, o aquellas áreas donde una avería en maquinaria o equipo libera el polvo combustible junto con el fallo simultáneo de los equipos eléctricos, se incluyen también áreas donde polvo combustible de naturaleza conductiva puede estar presente en el ambiente.
 - d. Clase II, División 2 Las áreas Clase II, División 2 son aquellas donde se encuentra polvo combustible suspendido en el aire fuera de condiciones normales de operación, pero donde la acumulación de este polvo puede interferir con la disipación de calor de los equipos eléctricos o donde las acumulaciones cerca del equipo eléctrico pueden ser inflamables.
 - e. CLASE III Las áreas Clase III son aquellas en donde se encuentran presentes fibras y partículas fácilmente inflamables, las cuales se encuentran en suficientes cantidades para producir mezclas inflamables. Clase III, División 1 Las áreas Clase III, División 1 son aquellas donde fibras o materiales produciendo partículas combustibles son manipuladas, fabricadas o usadas. Clase III, División 2 Las áreas Clase III, División 2 son aquellas donde fibras de fácil combustión son almacenados o manipulados.



8.4 Ubicación y dimensiones del terreno

La ubicación potencial de la planta productora de bioetanol se identificará en base a los siguientes criterios:

- Localización de la materia prima (orujo de uva)
- Disponibilidad de servicios auxiliares (agua, luz, gas)
- Localización del personal idóneo
- Localización del centro de distribución
- Disponibilidad de vías de acceso
- Disponibilidad de insumos en la zona
- Cercanías al consumidor final
- Precio del transporte, flete, por kilómetro recorrido

En base a los factores considerados se determinarán dos localizaciones potenciales:

En primer lugar, se comenzará con la localidad de **San Patricio del Chañar**, el cual presenta la disponibilidad de la materia prima principal del proceso, el orujo de uva, procedente de los diversos viñedos ubicados en la zona. Además, posee ubicación estratégica en referencia a los insumos necesarios para la generación del biocombustible, a unos 40 km (Ilustración33)

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 105 de 268

para el ácido sulfúrico (proveedor: Norpatagónica) y 40,1 km aproximadamente (Ilustración 34) para el hidróxido de sodio (proveedor: Servicios integrales del Comahue S.R.L.), así como también de la fuente de agua industrial para el proceso, el Rio Neuquén, a unos 5 km. Como desventaja se destaca la distancia hacia los consumidores finales (Ilustración 35), en Plaza Huincul (YPF, Petrobras, NAO, etc), a unos 139 km.

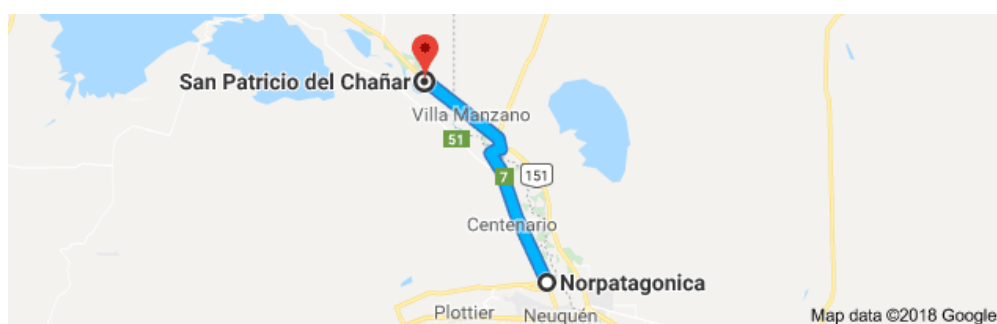


Ilustración 39: Distancia entre San Patricio del Chañar y proveedor de H2SO4.

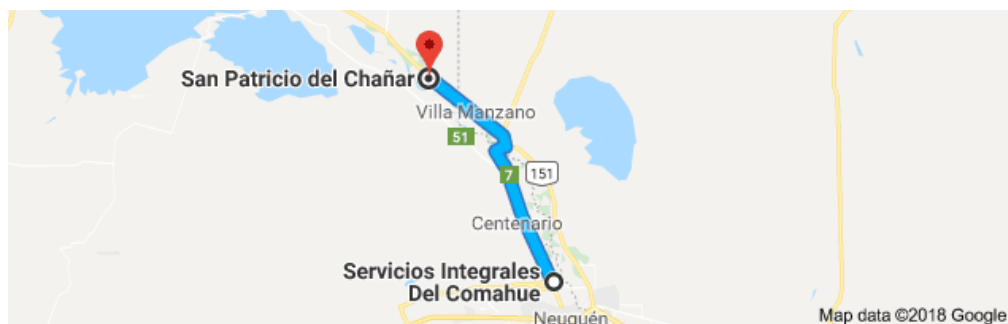


Ilustración 40: Distancia entre San Patricio del Chañar y proveedor de NaOH.

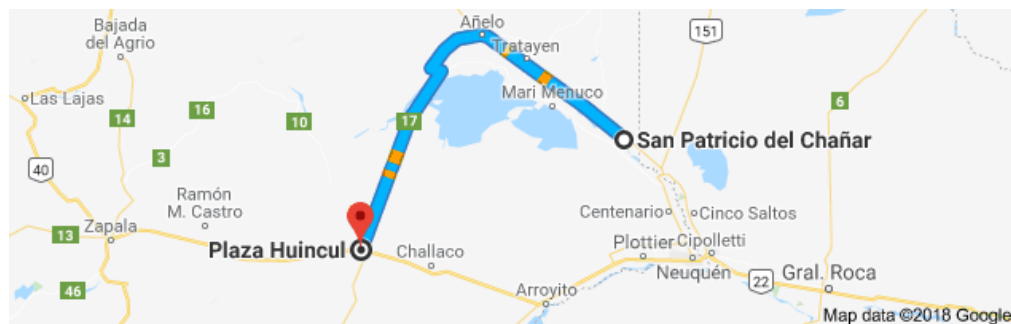




Ilustración 41: Distancia entre San Patricio del Chañar y Plaza Huincul.

En segundo lugar, se consideró al **complejo industrial Plaza Huincul**, cuya distancia respecto a los principales proveedores de materia prima, orujo de uva, es de 140 km

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 106 de 268

aproximadamente (Ilustración 35), así como también, de los proveedores de insumos, a unos 111 km (Ilustración 36) para el ácido sulfúrico (proveedor: Norpatagónica) y 112 km aproximadamente (Ilustración 37) para el hidróxido de sodio (proveedor: Servicios integrales del Comahue S.R.L.); en cuanto al agua de servicio, la toma se realizará desde la meseta Buena Esperanza, cuyo distribuidor es el EPAS, a unos 15 km. A su vez coincide con el centro de distribución, ya que los consumidores finales se encuentran en la zona citada, y la abundante disponibilidad de mano de obra capacitada.

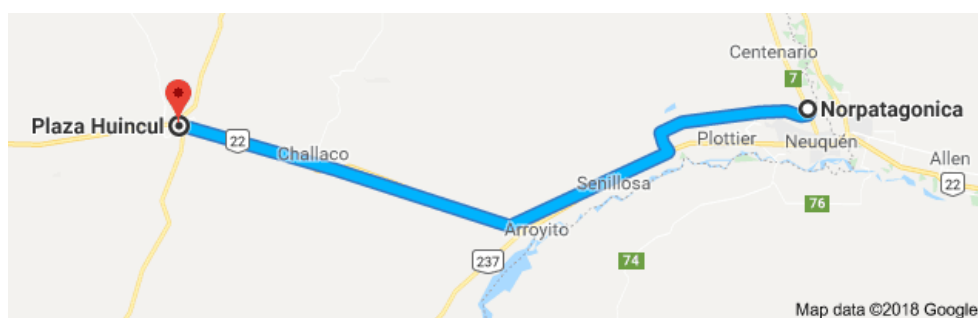


Ilustración 42: Distancia entre Plaza Huincul y proveedor de H₂SO₄.

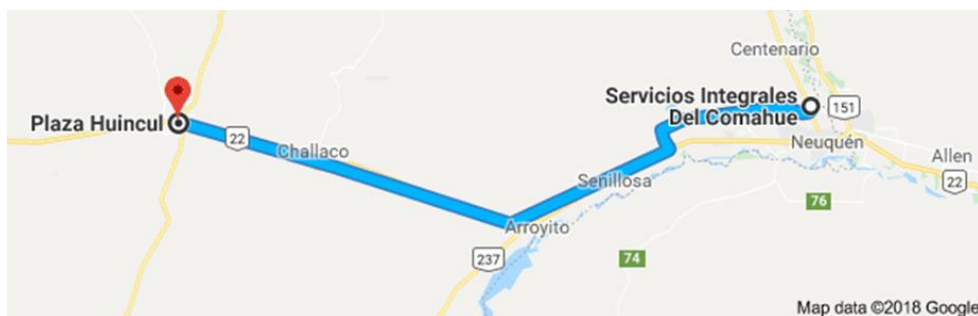




Ilustración 43: Distancia entre Plaza Huincul y proveedor de NaOH.

Se elaboró un cuadro comparativo con las distancias mencionadas anteriormente, pudiéndose identificar la ubicación estratégica de la planta de proceso, tabla 20:

Tabla 25: Cuadro comparativos de las posibles localizaciones.

Proveedor	San Patricio del Chañar	Plaza Huincul
Orujo de uva	In situ	139 km
Ácido Sulfúrico	40 km	111 km
Hidróxido de sodio	40,1 km	112 km
Suministro de agua	5 km	15 km
Gas	28,5 km	105,4 km
Electricidad	45.6km	116.4km

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 107 de 268

Personal capacitado	50 km	In situ
Clientes potenciales	140 km	In situ

A continuación, se elabora la siguiente matriz mediante el método de ponderación de localización:

Se asignan como factores críticos a los siguientes:

- Proximidad a Proveedores
- Servicios Auxiliares
- Transportes
- Impuestos
- Costos instalación
- Productividad de la mano de obra
- Cercanía del consumidor final



Tabla 26: Método de los factores ponderados para el proceso de producción de bioetanol.

Factores	Peso Relativo (%)	Alternativas	
		San Patricio del Chañar	Plaza Huincul
Materia prima	25	7	2
Servicios Auxiliares	5	5	5
Costos de transporte	20	3	8
Productividad de la mano de obra	20	4	6
Costos de instalación	5	3	5
Cercanía del consumidor final	25	4	9
Puntuación total		4.55	6.05

Teniendo en cuenta la matriz y ponderación de localizaciones y los factores descritos, como así también los costos de logística de transporte se orienta como potencial ubicación de la planta generadora de bioetanol anhidro en **PLAZA HUINCUL**.

La elección se realiza basándonos en la evaluación de los factores críticos como las distancias de las materias primas vs. Entrega de producto final. Los costos para transporte se ven disminuidos en el lugar elegido y la entrega del producto final a nuestro principal cliente puede ser realizada en camiones cisterna (estándar) de 30.000litros.

El terreno elegido cuenta con el suministro de **ENERGÍA ELÉCTRICA**, localizado al sudeste del parque industrial. La energía es segura y está disponible con la red provincial para

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 108 de 268

satisfacer las necesidades de la planta. Además, la provincia asistirá con gasoducto y rutas permitidas para el transporte de vehículo grandes (camiones).

A su vez, se cuentan con los servicios de:

- AGUA
- GAS
- CLOACAS
- ILUMINACION
- TELEFORNIA
- GESTION DE RESIDUOS

La ubicación geográfica queda detallada en la Ilustración 38:

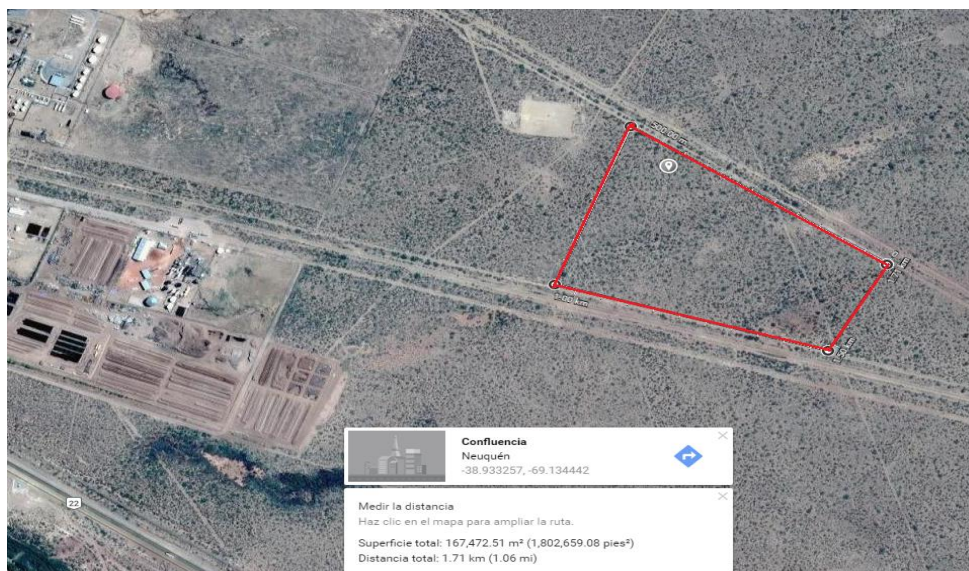


Ilustración 44: Localización de la planta en la provincia de Neuquén.



8.4.1 Dimensiones de la planta (producción):

El área total de la planta es de 91.42 m², lo que incluye la planta en sí, oficinas, estacionamientos, áreas de carga y descarga y zona de mantención de equipos. Dicho valor, se obtiene del proceso de dimensionar los equipos y respetar las distancias mínimas requeridas por normas de seguridad.

El terreno elegido posee una superficie de 167000m² según mapa, por lo que se contaría con el espacio suficiente para el módulo de construcción de la planta.

8.5 Esquema de LAYOUT

Siguiendo las recomendaciones especificadas por normas, se elaboró el documento respetando las distancias mínimas de seguridad. El plano puede observarse en Ilustración 39.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra		PV BIOET 	
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas							
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 109 de 268	

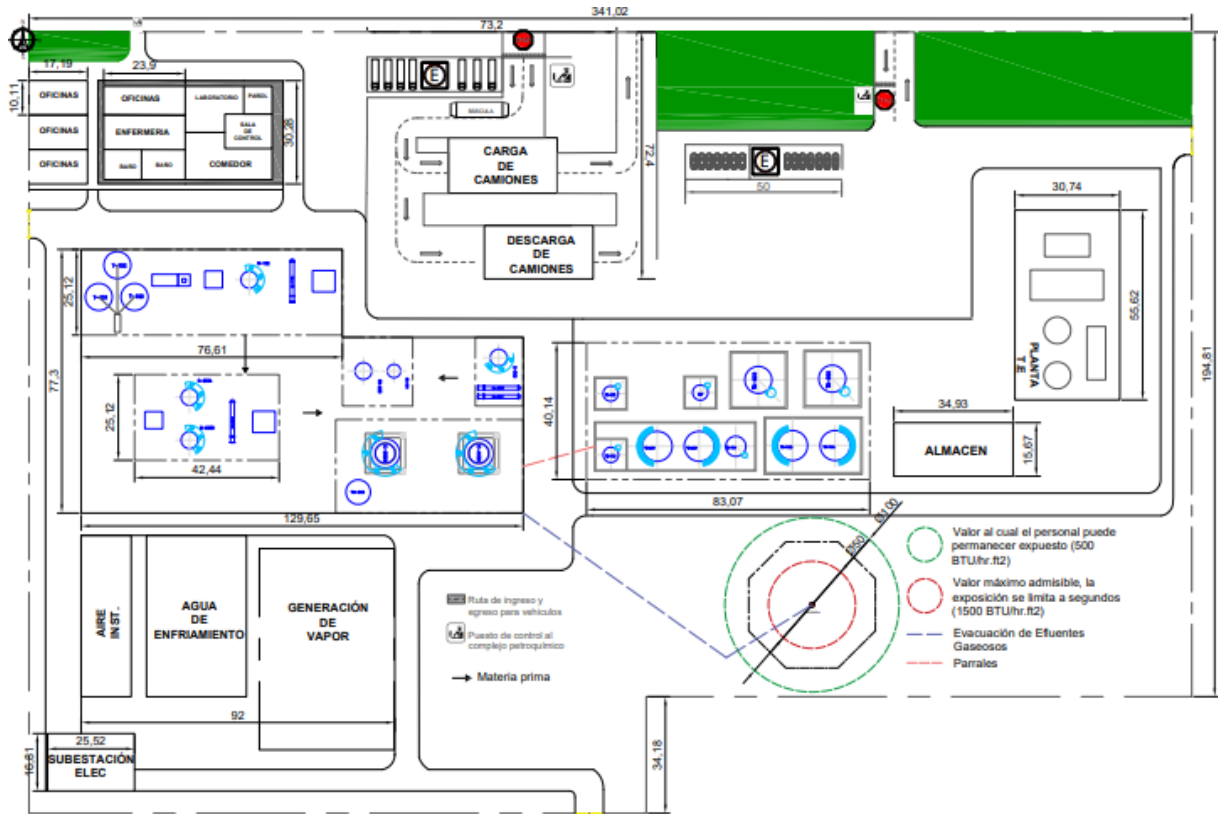




Ilustración 45: Layout de la planta

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 110 de 268

9. Ingeniería de detalle

9.1 Diseño de Intercambiador de Tubo y Coraza E-110

9.1.1 Normas y software utilizados

La construcción de estos equipos está encuadrada dentro de la sección **VIII del código ASME**, la cual establece normas generales para el diseño de recipientes a presión. Complementando a esta norma, la otra que rige el diseño de los intercambiadores de calor es la **TEMA** (Tubular Exchanger Manufacturers Association).

La norma API correspondiente a intercambiadores de calor casco y tubo es la **API 660**.

En esta norma se definen tres clases de estándares mecánicos:

- Clase R: intercambiadores de calor con requisitos más estrictos utilizados habitualmente en la industria del petróleo y otras aplicaciones de procesos relacionadas.
- Clase C: indica requisitos generalmente moderados de aplicaciones comerciales y de procesos generales.
- Clase B: especifica el diseño y la aplicación para el servicio de procesos químicos.

Aplicables con las siguientes limitaciones:



- Diámetro interno de la carcasa ≤ 1.524 mm (60 in)
- Presión ≤ 207 bar (3.000 psi)
- Relación (diámetro interno carcasa) *(presión) ≤ 105.000 mm bar (60.000 in psi)

Los diseños de intercambiadores de calor Clase C y B son más compactos y económicos que los diseños de Clase R.

El software utilizado es el HTRI, con el cual además de diseñar intercambiadores del tipo casco y tubo se pueden diseñar del tipo hairpin y aroenfriadores, entre otros.

9.1.2 Componentes

Según la norma TEMA, los intercambiadores de casco y tubo que serán descritos a continuación, tienen una serie de componentes principales que podrán ser visualizados en la Ilustración número 40. En la misma, se observan los componentes internos y externos para este tipo de equipo.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 111 de 268

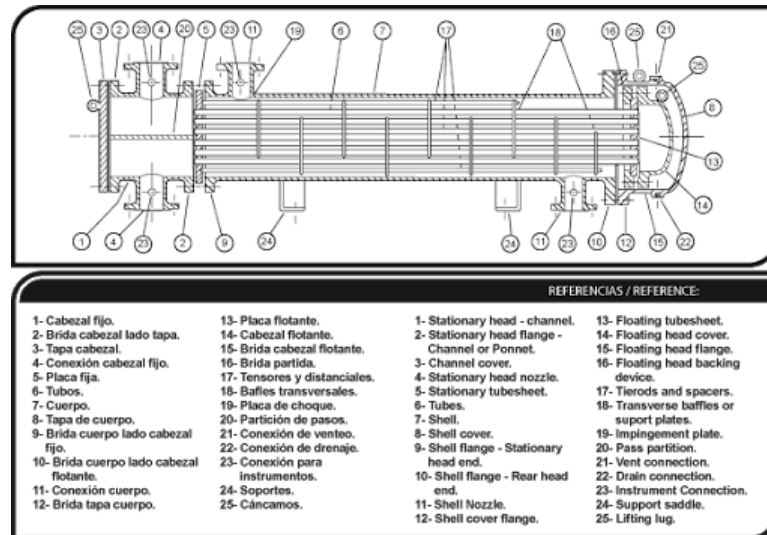


Ilustración 46: Componentes de intercambiador de casco y tubo


9.1.3 Clasificación según norma T.E.M.A

Un intercambiador de calor de casco y tubo conforme a TEMA se identifica con tres letras, el diámetro en pulgadas del casco y la longitud nominal de los tubos en pulgadas.

La primera letra es la indicativa del tipo del cabezal estacionario. Los tipos A (Canal y cubierta desmontable) y B (Casquete) son los más comunes.

La segunda letra es la indicativa del tipo de casco. La más común es la E (casco de un paso) la F de dos pasos es más complicada de mantener. Los tipos G, H y J se utilizan para reducir las pérdidas de presión en el casco. El tipo K es el tipo de rehervidor de caldera utilizado en torre de fraccionamiento.

La tercera letra nos indica el tipo de cabezal del extremo posterior, los de tipo S, T y U son los más utilizados. El tipo S (cabezal flotante con dispositivo de apoyo) el diámetro del cabezal es mayor que el del casco y hay que desmontarlo para sacarlo. El tipo T (Cabezal flotante sin contrabrida) puede sacarse sin desmontar, pero necesita mayor diámetro de casco para la misma superficie de intercambio. El tipo U (haz de tubo en U) es el más económico, pero a la hora de mantenimiento necesita una gran variedad de tubos en stock.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 112 de 268

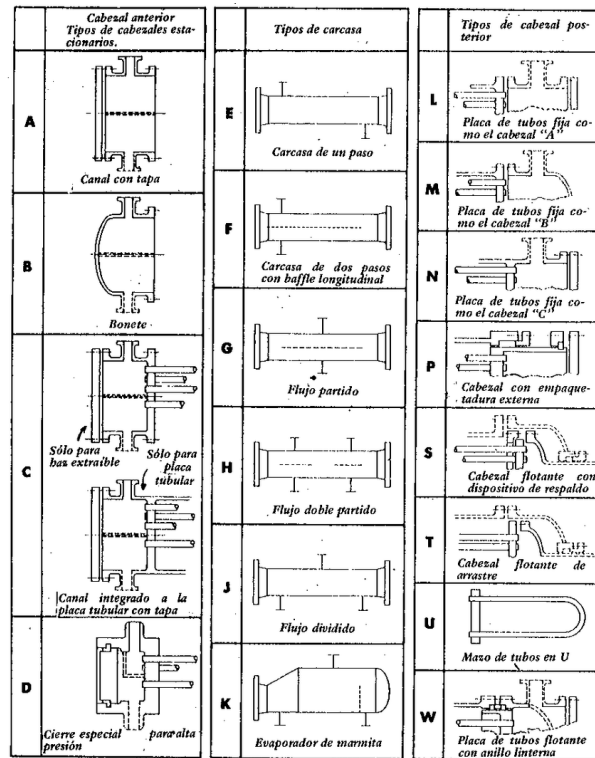




Ilustración 47: Clasificación de intercambiadores de calor según norma TEMA

a) Cabezal frontal / anterior

El criterio para definir el cabezal frontal depende de:

- 1) **Suciedad del fluido de tubos:** si el fluido que circula por tubos es sucio y requerirá acceso frecuente para su limpieza y mantenimiento, se recomienda el cabezal tipo A (con tapa). En cambio, para fluidos limpios se utiliza el cabezal B que no requieran limpieza frecuente. Suele ser la opción más económica. El criterio para fluido sucio se puede observar en Anexo E. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**
- 2) **Presión:** si la presión de trabajo es mayor a 150 bar se recomienda cabezal D debido a su mayor hermeticidad.
- 3) **Peligrosidad:** cabezal C si fluido va por tubos. Cabezal N si fluido va por cuerpo.
- 4) **Costos:** La comparativa de costos en los diferentes cabezales puede visualizarse en la Ilustración 42.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 113 de 268

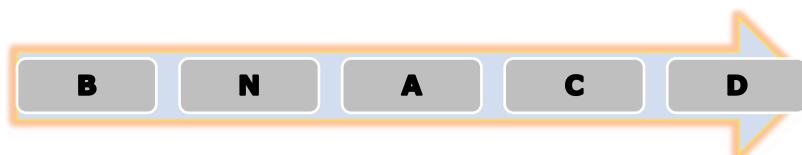


Ilustración 48: Comparativa de costos según tipo de cabezal

b) Coraza



La carcaza o coraza es simplemente el recipiente para el fluido externo. Es de sección transversal circular, generalmente de acero de bajo carbono, aunque pueden construirse de otras aleaciones, especialmente, cuando se debe cumplir con requerimientos de altas temperaturas o corrosión.

Según norma TEMA, existen 6 arreglos estandarizados de carcazas clasificados como E, F, G, H, J y X, los que son aplicables a cualquier tipo de intercambiador.

El arreglo más común es el de un paso (TEMA E) por ser el más económico y térmicamente el más eficiente. Las boquillas de entrada y salida están ubicadas en extremos opuestos o adyacentes de la carcaza, dependiendo del tipo y número de deflectores empleados. Cuando el diseño se encuentra limitado por la caída de presión en la carcaza (especialmente en servicios donde ocurre condensación) puede resultar ventajoso emplear una carcaza de flujo dividido (TEMA J) en la que la caída de presión se reduce en forma considerable al compararla con una tipo E del mismo diámetro; ya que la mitad del fluido del lado carcaza atraviesa la misma área transversal y sólo la mitad de la longitud del intercambiador. Esta carcaza tiene una boquilla central de entrada y dos de salida, o viceversa. Generalmente se emplean deflectores de segmento doble en este tipo de carcaza.

La carcaza de dos pasos (tipo F) se emplea cuando por razones térmicas, es necesario usar dos carcazas tipo E en serie; pero su diseño debe ser muy cuidadoso para prevenir las filtraciones del fluido entre el primero y el segundo paso, además la remoción del haz de tubos se dificulta bastante. Las boquillas de entrada y salida están colocadas adyacentes a la placa de tubos fija. En esta carcaza se deben colocar los tubos de cada paso en forma simétrica en relación con el deflector longitudinal, para así obtener un patrón de flujo correcto. Esta carcaza no se recomienda cuando la caída de presión excede de 70 kPa (10 psi) porque se requiere un deflector longitudinal de espesor excesivo. Tampoco se recomienda cuando el intervalo de temperatura es superior a 195 °C (350 °F) ya que se producen grandes pérdidas de calor a través de los deflectores, así como tensiones térmicas elevadas en éstos, carcaza y placa de tubos.

La carcaza de tipo X o de flujo transversal, no tiene deflectores segmentados, por lo que el fluido atraviesa una vez al haz de tubos y la caída de presión es aún menor que en el tipo J.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 114 de 268

Esta carcaza posee soportes circulares que eliminan las vibraciones inducidas por el fluido en los tubos.

La carcaza tipo G es usada cuando se requiere de dos pasos y la caída de presión es un factor limitante.



La carcaza H es equivalente a dos tipos G en paralelo, pero unidas por los extremos.

La carcaza tipo K se emplea, por lo general, cuando el fluido sufre un cambio de fase. Los tubos sólo ocupan la sección de coraza de menor diámetro, de manera que queda un espacio (especie de barriga) para la fase de vapor. En el caso de condensación, este espacio puede estar ocupado por los gases incondensables que de otra manera dificultarían el proceso de intercambio de calor con el fluido contenido en los tubos.

Las ventajas y desventajas del uso de los diferentes tipos de corazas pueden observarse en la tabla 20.

Tabla 27: Ventajas y desventajas según el tipo de coraza a utilizar

TEMA	Ventajas	Desventajas	DP respecto de carcasa E
E	La más común y económica	Un solo paso por carcasa	= DP carcasa E
F	Posee deflector longitudinal - > carcasa de 2 pasos (se podría sustituir por 2 carcasas)	Caída de presión "alta" El deflector longitudinal es complejo de construir y posee fugas -> <u>no recomendado</u>	= 8 * DP carcasa E
G	Eficiencia térmica superior a TEMA "E" -> Ver Nota 1 Útil para reboilers o para bajo DP disponible	Costo	< DP carcasa E dado que se divide el caudal en carcaza
H	Similar a TEMA "E" Útil para reboilers o para bajo DP disponible	Costo	< DP carcasa E dado que se divide el caudal en carcaza
J	Menor DP		= 1/8 DP carcasa E

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 115 de 268

	Útil para aplicaciones de gases a muy baja presión		
X	Aplicaciones de vacío No posee baffles transversales y produce flujo 100% cruzado. DP extremadamente baja	Es difícil asegurar la correcta distribución del flujo	= 1/100 DP carcasa E
K	Reboiler tipo marmita No posee deflectores	Mayor tamaño (el bundle ocupa un 50-70% de la carcasa)	

Nota 1: Esta carcasa puede servir para aquellos casos particulares en donde se requieren 2 carcasas tipo “E”, ya que por su mayor eficiencia pueden implicar el ahorro de una de las carcasas.

Nota 2: habitualmente las carcasas G y H son útiles para reboilers termosifones por su bajo Delta P en lado carcasa.

A su vez, es necesario analizar los costos de cada tipo de coraza. La comparativa de costos de las distintas corazas puede visualizarse en la Ilustración 43:

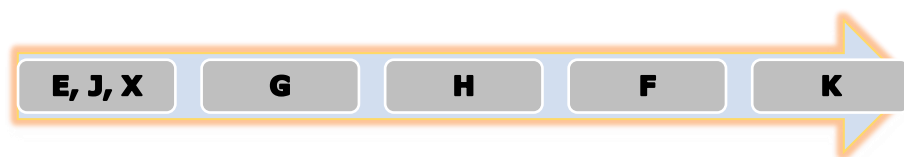




Ilustración 49: Comparativa de costos según tipo de coraza

c) Cabezal trasero / posterior

El criterio para definir el cabezal posterior depende de:

- 1) Dilatación térmica: Cuando la diferencia de temperatura entre un fluido y el otro es grande se puede dar un fenómeno de dilatación térmica. En estos casos se deben utilizar cabezales flotantes (S,T,P), tubos en U o utilizar junta de expansión (ver sección 7, Accesorios y soportes).

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 116 de 268

- 2) Suciedad del fluido de carcasa: si el fluido que circula por la carcasa es sucio y requerirá acceso frecuente a la misma y al exterior de los tubos para su limpieza y mantenimiento, se recomienda cabezal flotante (P/S/T/W) ya que los mismos permiten remover el haz y realizar limpieza mecánica. El S es el más utilizado, ya que resultan equipos más chicos que con el T. El P y el W no suelen utilizarse.

Nota: Criterio de Sucio, ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

- 3) La presión: se recomienda seleccionar el cabezal posterior en función de la presión de según la siguiente tabla.

Tabla 28: Criterios de operación para selección de cabezales.

	Temperatura Operación (°C)	Presión operación (bar)
S	menor a 500	menor a 60
T		mayor a 50
P	menor a 300	menor a 40
U		menor a 200

Se debe tener en cuenta en el análisis de selección de carcasa su costo estimado. La comparativa de costos para los diferentes cabezales traseros puede visualizarse en la Ilustración 44:



Ilustración 50: Comparativa de costos según tipo de cabezal



Un buen criterio para comparar costos es la cantidad de forjados que implique la selección de cada cabezal.

Se diseñará de acuerdo con el diámetro de casquete Cíntolo ó Stocco.



De acuerdo con la información descripta anteriormente, se presenta un resumen de selección en tabla 22.

Tabla 29: Resumen según tipo de componentes a utilizar

TIPO	Ventajas	Desventajas
------	----------	-------------

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 117 de 268

Mazo no desmontable AEM, BEM, NEN	Los más simples NEN es el más económico Mayor relación de área de transferencia vs tamaño de equipo AEM: puedo acceder a los tubos sin remover piping	Lado carcasa/tubos por fuera solo admiten limpieza química No admite dilatación térmica (salvo que lleve junta de expansión)
Mazo desmontable, cabezal flotante AES, BES	Admite dilatación térmica Lado carcasa/tubos por fuera admiten limpieza mecánica Menor costo de inversión que AET, BET Mayor relación de área de transferencia vs tamaño de equipo que AET, BET Aptos fluidos peligrosos AES: puedo acceder a los tubos sin remover piping	Mayores costos de mantenimiento que los AET, BET (el desarme es más complejo) Más costoso que tubos en U
Mazo desmontable, cabezal flotante AET, BET	Admite dilatación térmica Lado carcasa/tubos por fuera admiten limpieza mecánica Recomendado para mayores presiones ($P_{dis} > 40 \text{ kg/cm}^2$) y fluidos peligrosos Más fácil de desarmar que el AES, BES AET: puedo acceder a los tubos sin remover piping	Mayores costos de inversión Menor área de transferencia para un tamaño dado

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 118 de 268

Mazo desmontable, tubos en U	Admite dilatación térmica (haz de tubos/carcasa y cada tubo por separado) Menor costo de inversión que cabezal flotante Lado carcasa/tubos por fuera admiten limpieza mecánica Mayor hermeticidad Para presiones altas suelen ser los mas económicos. AEU: puedo acceder a los tubos sin remover piping	Tubos por dentro solo admiten limpieza química Siempre tienen más de un paso Los tubos no se pueden/son difíciles de reemplazar
-------------------------------------	--	---

9.1.4 Estimaciones para Diseño de E-110



Para el diseño de este equipo, se siguió lo descripto en la bibliografía de Donald Kern. En la misma, se especifica un paso a paso para estimación de dimensiones para luego colocar en el simulador.

A) Tubos

Diámetro: Van desde 1/4" (6,35 mm) hasta 1,5" (38 mm). Sin embargo, casi todos los intercambiadores se construyen utilizando tubos de **3/4"** o **1"** ya que tubos de menor diámetro son difíciles de limpiar mientras que tubos más grandes presentan una desfavorable relación área de flujo/área de transferencia.

Para el equipo seleccionado, se adoptará un diámetro de tubos de 1" de DE.

Espesor: Queda definido según la presión y temperatura de diseño y la corrosión y se especifican bajo la nomenclatura BWG:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 119 de 268

Material de los tubos	BWG para do= 3/4"	BWG para do= 1"
Aceros ferríticos hasta 9% Cr incl.	14	12
Aceros Inoxidables 12% Cr	16	14
Ac. Inoxidables (austeníticos y duplex)	18	16
Aleaciones de cobre	16	14
Aluminio	14	12
Monel 400	18	16
Incoloy 800	18	16
Titanio	20	18

Ilustración 51: Espesores según material de tubos

Longitud: Los más utilizados y recomendados son los de **6,096 m** (20 pies) ya que permite aprovechar al máximo el material, aunque muchas veces el diseño no resulta óptimo y es necesario utilizar otra longitud. En general, éstas suelen ser tomadas en pies: 12 (3,658 m), 16 (4,877 m), 20 (6,096 m).

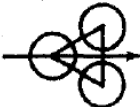
Los diseños se optimizan cuando la longitud es lo mayor posible. Sin embargo, tener en cuenta que no resulta aconsejable la utilización de tubos mucho más largos que 6 m de longitud ya que la construcción y limpieza del equipo se hace más dificultosa, o se requiere de áreas disponibles más grandes para remover el haz en caso de ser necesario.



Según lo calculado por método de Kern, se toma una longitud de tubos de 5,5m.

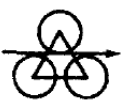
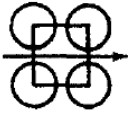
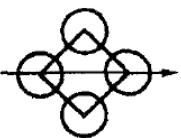
B) Arreglos y distribución

Los posibles arreglos de tubos son los siguientes:

Tabla 30: Arreglos y consideraciones para su selección.

Arreglo	Ilustración	Características
Triangular	30° 	Mejores coeficientes Mayor DP

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 120 de 268

Triangular rotado	60° 	Mayor cantidad de tubos a igual diámetro de carcasa No permite limpieza exterior fácilmente, por lo que se suelen usar con haces fijos.
Cuadrado	90° 	Permite el 85% de los tubos que permite el triángulo Permite limpieza mecánica de los tubos por fuera
Cuadrado rotado	45° 	

El **Pitch** (espaciado entre centros de tubos) típico de TEMA:

(1,25*OD; 1,33*OD; 1,5*OD)

A menor pitch → mayores coeficientes (entran más tubos)

Si el fluido que circula por la carcasa es limpio, se utiliza un valor de 1,25.

Los posibles arreglos de distribución de pasos se muestran a continuación:

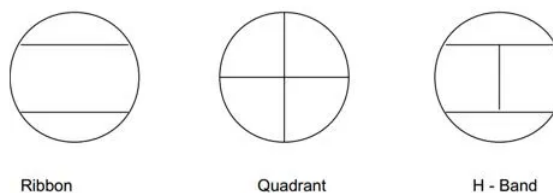




Ilustración 52: Arreglos de distribución

El arreglo “Ribbon” tiene mayor proporción de la corriente de flujo cruzado que el arreglo cuadrante.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 121 de 268

Se recomienda que la diferencia entre 2 temperaturas promedio del metal que estén adyacentes en la placa de partición no exceda los 28 °C (50°F) -> prestar especial atención al arreglo cuadrante, ya que en este arreglo se enfrentan las mayores diferencias de temperatura.

El arreglo “Quadrant” tiene como desventaja que las conexiones quedan descentradas dificultando su construcción.

C) Baffles

Las principales funciones de los baffles o deflectores son:

1. Soportar los tubos
2. Orientar el flujo

Estos baffles orientan al fluido en la dirección perpendicular al eje de los tubos, la cual suele ser la de mayor importancia para la transmisión de calor. Por supuesto que el aumento de velocidad producirá también un aumento en la pérdida de carga.

$$\text{Cruces o Crosspasses} = \text{nro baffles} + 1$$

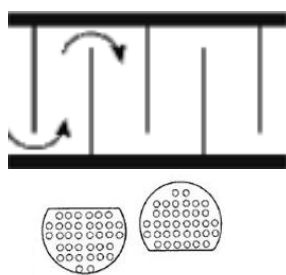
Es decir, se definen como la cantidad de veces que el fluido cruza perpendicular a los tubos.



Tolerancia constructiva: Los baffles deben ser agujereados para que puedan ser atravesados por los tubos. Las normas TEMA establecen que el diámetro con que deben taladrarse los agujeros serán 1/64" superior al diámetro exterior del tubo (0,4 mm).

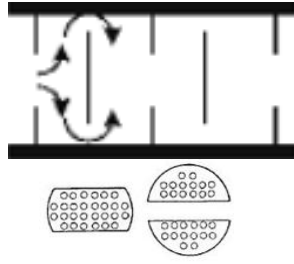
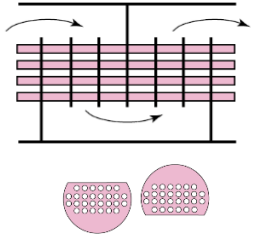
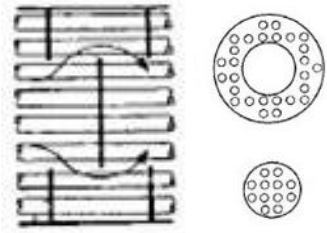
I. Tipos de baffles

Los tipos de baffles pueden ser visualizados en la tabla

Tabla 31: Tipos de baffles: Ventajas y Desventajas

Nombre	Ilustración	Ventajas	Desventajas
Simple segmentado		Más comunes y económicos	Mayor pérdida de carga

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 122 de 268


Doble segmentado		El fluido circula prácticamente de forma paralela a los tubos, produciendo una pérdida de carga mucho menor Menos pérdida de carga que simple segmentado	Más costosos que los simple segmentados. Peor transferencia de calor que los simple segmentados.
NTIW (No tubes in window)		Bajo DP (aprox. 1/3 de los segmentados simples) Menor tendencia al fouling Menos problemas de vibración porque todos los tubos están soportados a distancia de un baffle	Menor superficie de intercambio de calor
Disco y anillo		Producen una pérdida de carga menor que los segmentados Elimina las filtraciones entre carcasa y haz de tubos	Más costosos <u>Poco común en aplicaciones O&G</u>

II. Corte del baffle

El rango de corte de baffle suele estar entre 10%-30%. El corte más común suele ser una segmentación del **25%** (es decir, la ventana respecto del diámetro de la coraza).

- Si el corte del deflector es muy chico, se produce estrangulamiento y gran parte de la energía del fluido se gasta en la ventana donde hay pocos tubos → ineficiente conversión de la caída de presión en transferencia de calor.
- Si el corte es muy grande, se pueden producir cortocircuitos del fluido entre los bordes de los baffles, produciéndose grandes áreas de baja velocidad, ineficientes para la transmisión de calor.

El corte de los baffles puede ser **vertical** u **horizontal**. El horizontal es el más común, salvo en los casos en donde hay condensación en la carcasa o en donde el fluido es sumamente sucio (en ese caso se usan verticales).

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 123 de 268

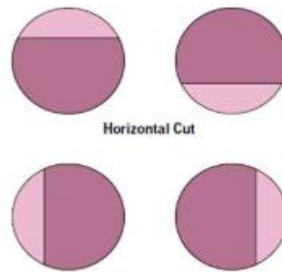


Ilustración 53: Cortes utilizados para bafle

Siempre se trata de que el corte de bafle se realiza en el borde de la fila de tubos (en caso de arreglo 90°) o que pase por el center line de los tubos de manera de simplificar la fabricación.

III. Espaciado

El espaciado se distingue entre el de **entrada, central y salida**:

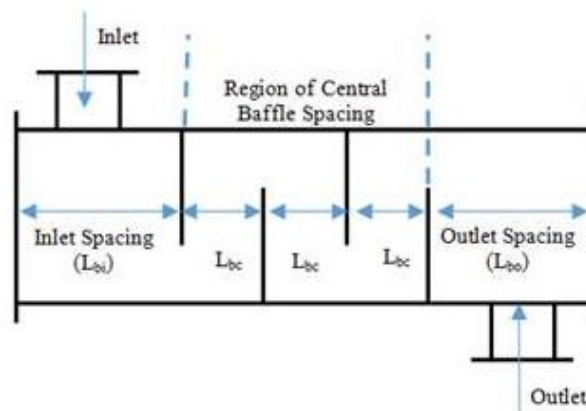




Ilustración 54: Esquema de los diferentes espaciados

Los espaciados de entrada y salida tienen que ser mayores al diámetro de las conexiones respectivas para no producir interferencias. Todas las longitudes se toman (en HTRI) de centro de placa a centro de placa.

IV. Límites de espaciado

La TEMA limita el espaciado máximo entre bafles por requerimientos mecánicos. Si un tubo no está adecuadamente soportado, puede vibrar como consecuencia del efecto inducido por el flujo del fluido. Por lo general no se utilizan espaciados mayores que el diámetro de carcasa.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 124 de 268

MÁXIMA LONGITUD NO SOPORTADA DE TUBO		
Tubería O.D.	Acero al Carbono Acero inoxidable Aleaciones de níquel	Aluminio Aleaciones de cobre
1/4"	26"	22"
3/8"	35"	30"
1/2"	44"	38"
5/8"	52"	45"
3/4"	60"	52"
1"	74"	64"
1 1/4"	88"	76"
1 1/2"	100"	87"

Ilustración 55: Límites de espaciado soportada por el tubo

Hay que recordar que la máxima longitud no soportada corresponde a los tubos de la ventana, los cuales cumplen:

$$\text{Máxima longitud sin soporte} = 2 * \text{espaciado entre baffles}$$

Respecto de la mínima longitud no soportada, esta no debe ser menor a ninguno de los siguientes valores:

$$\text{MIN LONG NO SOPORTADA} = \{2"; D_{shell}/5\}$$

D) Materiales



El material de los tubos debe ser resistente a ambos fluidos. Los más utilizados en aplicaciones O&G son:

1. Acero al carbono
2. Aceros aleados
3. Aceros inoxidables
4. Cobre, Níquel, Aluminio
5. Monel 400 (aleación 67%Ni- 23% Cu)
6. Incoloy 800 (aleación Fe, Ni, Cr)
7. Titanio

Según el tipo de fluido con el que se estará trabajando, se seleccionará Acero al Carbono ya que cuenta con las siguientes especificaciones de material.

Tabla 32: Selección del tipo de material según fluido a transportar

CÓDIGO DE DISEÑO	SERIE	SERVICIO	T min, °C	T max, °C	P max, bar	P min, bar	Corrosión mm	TIPO	CLASE
------------------	-------	----------	-----------	-----------	------------	------------	--------------	------	-------

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 	
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas							
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 125 de 268	

ANSI-B 31.3	B	Agua de Planta	0	232	19,5	12,7	1,59	AC	API-5L Gr.B
ANSI-B 31.1	C	Vapor y Agua Alimentación Calderas	0	454	51	18,5	1,59	AC	A-106 Gr. B

E) Accesorios y soportes

- I. Tie-rods: También llamadas barras separadoras, se usan para fijar los baffles. Recorren longitudinalmente el intercambiador teniendo uno de sus extremos roscado a una de las placas tubulares:




Ilustración 56: Tie-rods

La norma TEMA especifica la cantidad de tie-rods que se deben colocar:

Tabla 33: Cantidad de tie-rods a utilizar

Díámetro de la carcasa (m)	Díámetro de las barras separadoras (mm)	Mínimo número de barras separadoras
0,20 – 0,38	10	4
0,40 – 0,68	10	6
0,70 – 0,84	12	6
0,86 – 1,22	12	8
1,24 y más	12	10

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 126 de 268

En estas barras se enhebran pedazos de tubo que actúan como separadores o a veces posicionadores de baffles anti resonantes.

II. Placa de choque (impingement plate)

Si se trabaja con fluidos erosivos o abrasivos, o cuando las velocidades de entrada son muy elevadas es necesario disponer frente a la boca de entrada del fluido de carcasa placas deflectoras que eviten el impacto directo del fluido sobre los tubos. Este problema es particularmente crítico en equipos que reciben mezclas de líquido y vapor o vapores con líquido arrastrado en que los efectos erosivos son intensos.

Según TEMA, se debe colocar una placa de choque en los siguientes casos:

- Non-abrasive, single phase fluid, $\rho \cdot v^2$ (entrada carcasa) $> 1500 \text{ lb/ft}^2 \text{ s}^2$ ($2232 \text{ kg/m}^2 \text{ s}^2$)
- All other liquids, including liquids at its boiling point, $500 \text{ lb/ft}^2 \text{ s}^2$ ($744 \text{ kg/m}^2 \text{ s}^2$)
- All other gases, vapors, including saturated vapors and liquid-vapor mixtures

Puede ser circular, rectangular o tipo rods. Lo más común es que esté colocada dentro de la carcasa (fig. (a)). Sin embargo, puede estar fuera, permitiendo que entren una mayor cantidad de tubos, como en la figura (c).

Se utiliza más comúnmente placas circulares o rectangulares.

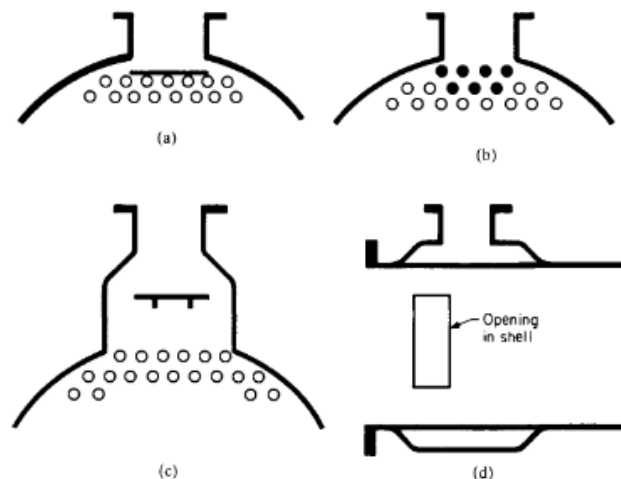




Ilustración 57: Tipos de placa para tie rods

– Conceptos básicos

Ubicación de los fluidos

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 127 de 268

El fluido que va por **tubos** suele ser:

- El más sucio
- El de mayor presión
- El más corrosivo (así la carcasa puede ser construida de un material más económico)
- El menos viscoso
- En caso de haber condensación esta suele darse en la carcasa para poder drenarse.
- En caso de ser un reboiler tipo kettle, el fluido que vaporiza suele ir por la carcasa.

– **Sobrediseño**

Si el cliente/proyecto no indica un valor, los rangos normales varían entre 5-10 %

El valor informado en los reportes del HTRI corresponden al sobre diseño en área que tiene el equipo.

– **Coefficiente global y coeficientes peliculares**

Rango de valores típicos del coeficiente pelicular de transferencia de calor de algunos fluidos:


Fluido	Coefficiente pelicular de transferencia de calor h (w/m ² *K)
Aire (convección natural)	5-25
Aire/ vapor sobrecalentado (convección forzada)	20-300
Oil (convección forzada)	60-1800
Agua (convección forzada)	300-6000
Agua (boiling)	3000-60000
Vapor (condensing)	6000-120000

– **Ensuciamiento / Fouling**

La definición o selección de uno u otro tipo de componente del intercambiador depende muchas veces de si éste es sucio o limpio:

Según la bibliografía, se toma como valor de corte 0,0003 m²*h*°C/kcal para un fluido sucio.

– **Velocidades**

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 128 de 268

La velocidad en líquidos de flujo turbulento no debería ser menor a 1 m/s, tomando especial atención a los casos de agua de enfriamiento, ya que si la misma es sucia o tiene tendencia a formar depósitos el cliente puede requerir velocidades mínimas más altas.

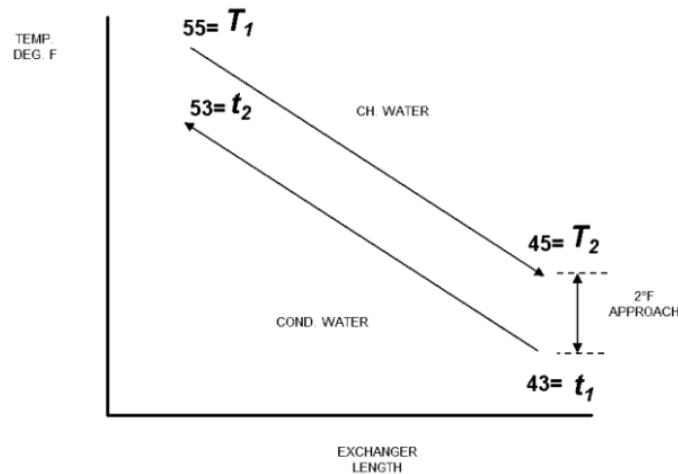
Se recomienda limitar la velocidad máxima por un tema de erosión, además de siempre verificar que no se supere la caída de presión máxima admisible en el equipo. Los valores dependen del material y puede tomarse de referencia para los líquidos y tubos de acero al carbono no se supere 3m/s, para aleados 5 m/s y para titanio 6 m/s.

Las velocidades recomendadas para gases rondan los 20 m/s

TEMA recomienda una velocidad de tubos máx.: $pv^2 < 8928 \text{ kg/m.s}^2$

– **Approach**



El approach del equipo es la diferencia entre la temperatura de salida del fluido caliente y la temperatura de entrada del fluido frío. Cuanto menor sea esta diferencia, más área de intercambio será necesaria.



Algunos rangos de DT approach recomendados pueden visualizarse en la siguiente tabla:

Tabla 34: DT recomendados

Tubo y coraza	DT approach
Agua de enfriamiento para hidrocarburos líquidos y gases	8-12°C

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 129 de 268

Intercambiadores de calor líquido-líquido	11-25°C
Chillers de refrigeración em corrientes gaseosas y líquidas	4-6°C
Intercambiadores de calor gas-gas	4-8°C

– Resistencias controlantes

Hay que recordar que, para cualquier diseño, existe uno o más términos predominantes en el coeficiente global de transferencia de calor que controlan el tamaño del intercambiador:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_{io}} + \frac{1}{h_o} + R_{fi} + R_{fo}$$

Teniendo en cuenta que el valor más grande es el que controlará la transferencia de calor global del proceso se deben analizar alternativas para que esa resistencia disminuya. Los coeficientes de ensuciamiento son intrínsecos del proceso por lo que no podrán ser modificados. Por otro lado, los coeficientes peliculares dependen de las propiedades del fluido, de las condiciones del proceso y fundamentalmente de la geometría del equipo. En caso de identificar una resistencia controlante muy predominante por sobre la otra se deberá proponer modificación en la geometría que trate de emparejar las resistencias.

– Tipos de corrientes

Corrientes bypass

A: Entre los tubos y los agujeros de los bafles

B: Corriente flujo cruzado

C: En el borde entre el haz de tubos y la carcasa



E: Entre baffle y carcasa

F: Zona/separación sin tubos debido a la placa de partición de pasos

Como se puede ver, **la corriente “B”** es la perpendicular a los tubos, es decir la que más aporta a la transferencia de calor, por lo que se busca que sea alta (mínimo **30-40%** del total). Dependiendo de la configuración del intercambiador se pueden llegar a 60% de corrientes tipo B.

– Vibración

Para verificar la presencia o tendencia a la vibración se puede ver el reporte “Vibration” en HTRI. Se distinguen 3 verificaciones:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 130 de 268

- i. Fluidelastic Instability Check: Resulta de comparar la velocidad de flujo cruzado con la velocidad crítica (valor umbral o limite). En diseños conservativos, esta relación no debe ser mayor al 80% para ninguna de las 2 velocidades:

Fluidelastic Instability Check		Inlet	Center	Outlet
Log decrement	HTRI	0,040	0,041	0,041
Critical velocity	(m/s)	32,89	29,81	25,15
Baffle tip cross velocity ratio	(--)	0,3337	0,3059	0,2499
Average crossflow velocity ratio	(--)	0,2673	0,2450	0,2002

Ilustración 58: Fluid elastic Inestability check

- ii. Acoustic Vibration Check: relaciona la frecuencia de movimiento de los vórtices cercanos a los tubos y de los golpes turbulentos con la frecuencia natural de los tubos. Si estos valores se encuentran muy cerca ($0,8 < \text{ratio} < 1,2$) y el número de Chen (energía contenida del fluido) es mayor a 1300 significa que se encuentra en condiciones cercanas a la resonancia, y por lo tanto existe posibilidad de vibración acústica

Acoustic Vibration Check		Inlet	Center	Outlet
Vortex shedding ratio	(--)	1,376	1,143	
Chen number	(--)	2653	3248	
Turbulent buffeting ratio	(--)	0,769	0,639	

Ilustración 59: Acustic vibration check



- iii. Tube Vibration Check:

Tube Vibration Check		Inlet	Center	Outlet
Vortex shedding ratio	(--)	1,265	1,051	0,725
Parallel flow amplitude	(mm)	0,005	0,004	0,003
Crossflow amplitude	(mm)	0,032	0,038	0,007
Tube gap	(mm)	4,762	4,762	4,762
Crossflow RHO-V-SQ	(kg/m-s ²)	381,05	322,22	218,26

Ilustración 60: Tube vibration check

Las alternativas para disminuir la vibración son:

- En caso, que lo permita el proceso, disminuir el flujo que circula por la coraza, de forma tal de reducir la velocidad de flujo cruzado.
- Aumentar la frecuencia natural de los tubos reduciendo la longitud de tubo no soportada, monitoreando la velocidad para que ésta no aumente excesivamente. Esto se puede lograr cambiando la distancia entre baffles.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 131 de 268

- Rotación de mazo (de 90° a 45° o de 30° a 60° y viceversa)
- Para algunos tipos de vibración se puede aumentar el pitch.
- En casos de mucha vibración pueden utilizarse baffles NTIW (no tubes in window)
- Utilizar corazas de flujo dividido o partido ya que reducen la velocidad del fluido
- Agregar baffles antiresonantes cuando se tiene problemas de vibración acústica
- Reducir la velocidad a la entrada de la coraza. Se puede agrandar el diámetro o agrandar la distancia al primer baffle que “ve” el fluido. O eliminar filas de tubos en el ingreso.

9.1.5 Simulación

De acuerdo con la información especificada anteriormente, se realizaron los cálculos con las correspondientes consideraciones de diseño.

I. Cálculo térmico.

Para decidir que fluido circulará por carcasa y que fluido lo hará por tubos hay que tener en cuenta los siguientes criterios:

Por tubos:

- Los fluidos más corrosivos.
- Los fluidos más sucios, ya que los tubos son más fáciles de limpiar.
- Los fluidos que se encuentren a temperaturas más elevadas, evitando así que la parte externa esté a elevadas temperaturas.
- Los fluidos que estén a presiones más elevadas para que el equipo sea menos costoso.

Por carcasa:



Los fluidos más viscosos.

El caudal más bajo. Teniendo en cuenta que el fluido que proviene de la caldera se encuentra a mayor temperatura que el fluido del intercambiador E-101 (agua de proceso), por lo que presenta más problemas de ensuciamiento y su caudal es inferior, se decide que éste circulará por tubos y el fluido frío lo hará por carcasa. Para el resto de los intercambiadores del proceso se usarán los mismos criterios para determinar si el fluido de proceso circulará por carcasa o tubos.

Para la aproximación por el método de Kern, consideramos las siguientes características para el diseño del intercambiador:

Tabla 35: Datos de entrada para intercambiador de calor según estimaciones de bibliografía Kern

Nomenclatura	Variable	Valor	Unidad
Di	Diámetros internos de los tubos	0,021184	m
Do	Diámetros externos de los tubos	0,0254	m

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 132 de 268

Ds	Diámetro interno de la coraza	0,3365	m
Nt	Números de tubos	66	
	Números de pasos de los tubos	2	
	Separación entre deflectores	0,084125	m
	Separación entre centro de los tubos	0,03175	m
B	Números de deflectores	12	
Arreglo	Arreglo de los tubos	Triangular	
Lb	Longitud de Tubos	5,006699	m
U	Coefficiente de ensuciamiento	0,000176	

El fluido que ingresa por tubos es agua de proceso. Las especificaciones dadas por simulación se presentan en la siguiente tabla:



Tabla 36: Datos de entrada para fluido frío.

Fluido Frio			
Nomenclatura	Variable	Valor	Unidad
W_c t_1 t_2 C_c k_c μ_c ρ_c	Caudal	9,1576	kg/s
	Temperatura Entrada	25,09	°C
	Temperatura Salida	95,00	°C
	Capacidad calorífica	276,0995	J/kg °K
	Conductividad térmica	0,6117	J/s m K
	Viscosidad	0,00088	kg/m s
	Densidad	1007,005	kg/m ³

Para el fluido caliente, se tienen las siguientes condiciones de operación

Tabla 37: Datos de entrada para fluido caliente

Fluido Caliente			
Nomenclatura	Variable	Valor	Unidad
a	Caudal	6,66666	kg/s
	Temperatura Entrada	195,7	°C
	Temperatura Salida	193,50	°C

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 133 de 268



W_h	Capacidad calorífica	7,51867	J/kg °K
T_1	Conductividad térmica	3,65E-02	J/s m K
T_2	Viscosidad	0,000448	kg/m s
C_h	Densidad	6,3633	kg/m ³
k_h			
μ_h			
ρ_h			

Para el cálculo del lado de los tubos y de coraza se presentará luego, los datos que fueron calculados por el método de Kern.

Tabla 38: Cálculo térmico según método de Kern

Calculo térmico			
Nomenclatura	Variable	Valor	Unidad
	Calor	176762,5175	J/s
	Temperatura salida	193,80	°C
	Temperatura media	194,75	°C
	temperatura media	60,045	°C
	Cantidad de paso por coraza	1	
	Coefficiente global con ensuciamiento	500	W/m ² K
	DMLT	131,67	°C
	R	0,03146	
	S	0,40976	
	Px	0,40976	
	Factor corrección	0,978	
	Delta de temperatura corregida	128,7693694	°C
	Área estimada de transferencia	2,75	m ²

Con estos valores calculados podemos obtener la temperatura de la pared, donde:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 134 de 268

$$t_w = t_c + \frac{h_0}{h_{i0} + h_0} * (T_C - t_C) = 60,05^\circ\text{C}$$

Se procede al cálculo del área de transferencia como así también, de los coeficientes global de transferencia de calor. Se observa que no hay variación entre la temperatura de la pared y la temperatura calórica del fluido frío, por tanto, la viscosidad no varía. m^2

Se calcula también el Área del equipo dando como resultado:



Donde a'' se obtiene de tabla 10 del libro “Procesos de transferencia de calor” Kern

Se procede a la obtención de pérdidas de carga en ambos lados:

Tabla 39: Pérdida de carga calculada en tubos y coraza

Tubos		
Variable	Valor	Unidad
Perdida de carga en los tubos	3161,795	N/m ²
Pr	2462,59	N/m ²
Caída de presión por tubos	5624,385	N/m ²
	5,624385	KPa
	0,81575	Lb/cm ²
Coraza		
Variable	Valor	Unidad
Perdida de carga lado de coraza	26394,19	N/m ²
	26,39419	KPa
	3,82816	Lb/cm ²

Como puede observarse en las tablas, la pérdida de presión total por el lado de los tubos es de aproximadamente 5624,38 Pascales, lo que equivale a una pérdida de carga total de 0,8157 Libras por pulgadas cuadrada; en tanto que por el lado de la coraza la pérdida de carga es de 26394,189 Pascales equivalente a 3,828 libras por pulgadas cuadrada. Esto significa

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 135 de 268

que, la caída de presión está dentro del rango permitido y no debe excederse de las 10 libras por pulgada cuadrada.

Hasta el momento se ha visto el cálculo aproximado por el método de Kern del intercambiador de calor. Ahora procedemos al diseño en detalle del equipo usando el programa HTRI en el cual los datos son llevados como input al programa. Una vez que se cargaron todos los datos y se corre la simulación del programa HTRI, se obtienen los resultados mostrados en el OUTPUT SUMMARY.



		Output Summary		Page 1	
Released to the following HTRI Member Company:					
HP Inc.					
Windows User					
Xist E Ver. 5.00 20/3/2022 13:06 SN: Friendsl					SI Units
Rating - Horizontal Multipass Flow TFMA AFI Shell With Single-Segmental Baffles					
No Data Check Messages.					
See Runtime Message Report for Warning Messages.					
Process Conditions		Hot Shellside		Cold Tubeside	
Fluid name		Vapor		Corriente de proceso	
Flow rate	(kg/s)	6,6600		9,1600	
Inlet/Outlet Y	(Wt. frac vap.)	0,999	0,825	0,000	0,000
Inlet/Outlet T	(Deg C)	195,67	117,00	25,10	95,00
Inlet P/Avg	(kPa)	1418,27	1400,35	250,008	234,898
dP/Allow.	(kPa)	35,848	0,000	30,219	0,000
Fouling	(m2-K/W)	0,000000		0,000000	
Exchanger Performance					
Shell h	(W/m2-K)	1693,09	Actual U	(W/m2-K)	1372,87
Tube h	(W/m2-K)	12633,1	Required U	(W/m2-K)	1286,92
Hot regime	(--)	Shear	Duty	(MegaWatts)	2,4674
Cold regime	(--)	Sens. Liquid	Area	(m2)	28,451
EMTD	(Deg C)	67,4	Overdesign	(%)	6,68
Shell Geometry			Baffle Geometry		
TEMA type	(--)	AEL	Baffle type	(--)	Single-Seg.
Shell ID	(mm)	488,951	Baffle cut	(Pct Dia.)	25,00
Series	(--)	1	Baffle orientation	(--)	Parallel
Parallel	(--)	1	Central spacing	(mm)	500,000
Orientation	(deg)	0,00	Crosspasses	(--)	10
Tube Geometry			Nozzles		
Tube type	(--)	Plain	Shell inlet	(mm)	202,718
Tube OD	(mm)	25,400	Shell outlet	(mm)	202,718
Length	(m)	5,500	Inlet height	(mm)	77,224
Pitch ratio	(--)	1,9600	Outlet height	(mm)	33,647
Layout	(deg)	30	Tube inlet	(mm)	102,261
Tube count	(--)	66	Tube outlet	(mm)	102,261
Tube Pass	(--)	2			
Thermal Resistance; %		Velocities; m/s		Flow Fractions	
Shell	81,09	Shellside	8,91	A	0,011
Tube	13,03	Tubeside	1,35	B	0,790
Fouling	0,00	Crossflow	8,72	C	0,081
Metal	5,883	Window	29,15	E	0,064
				F	0,054

Ilustración 61: Output Summary

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 136 de 268

II. HTRI

Carga de propiedades

Al contar con la corriente simulada en el HYSYS, se puede exportar la misma y contar con esas propiedades.

Para la toma de propiedades, se debió ingresar en cada corriente del intercambiador de interés y revisar propiedades en fase vapor y fase líquida. Las mismas se agregaron de forma manual al HTRI.

Carga de condiciones operativas y de diseño

Se cargan condiciones operativas obtenidas por simulación en Hysys.

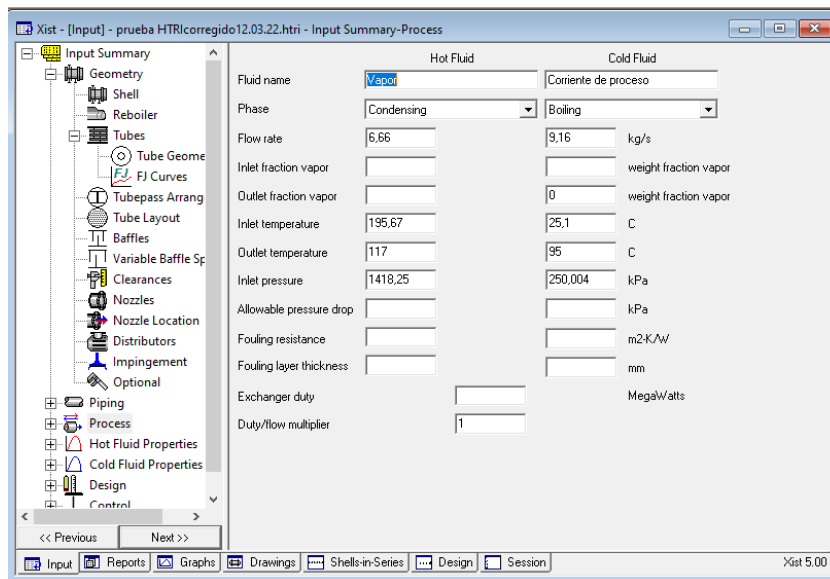



Ilustración 62: Carga de propiedades en HTRI

Carga de geometría

Se cargan los datos de geometría de acuerdo con norma TEMA y a parámetros estimados según bibliografía.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 137 de 268

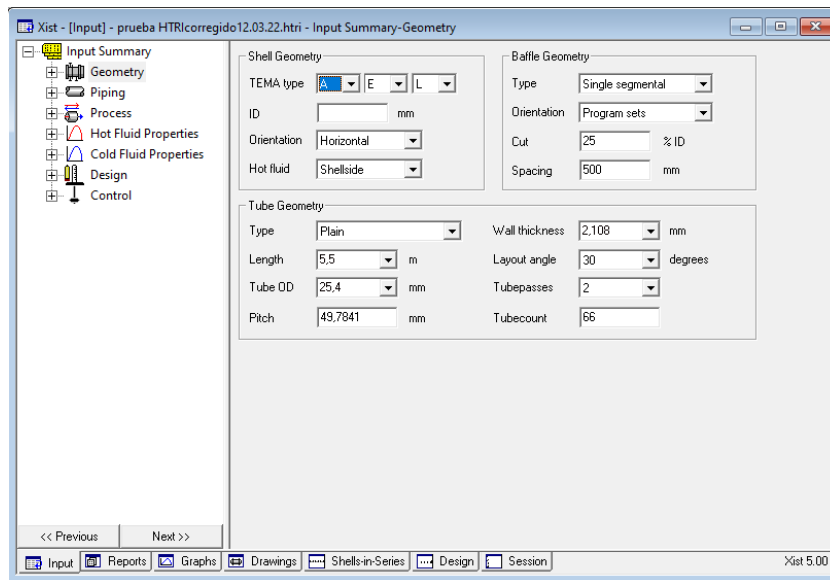


Ilustración 63: Carga de datos en HTRI

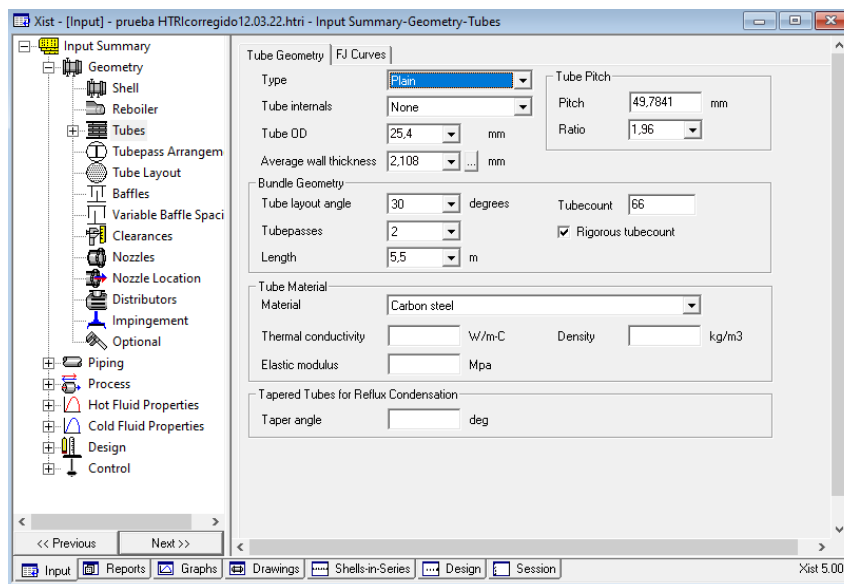




Ilustración 64: Carga de datos en HTRI

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 138 de 268

III. Layout de intercambiador

A continuación, se presenta el layout de los tubos, y esquema para construcción.

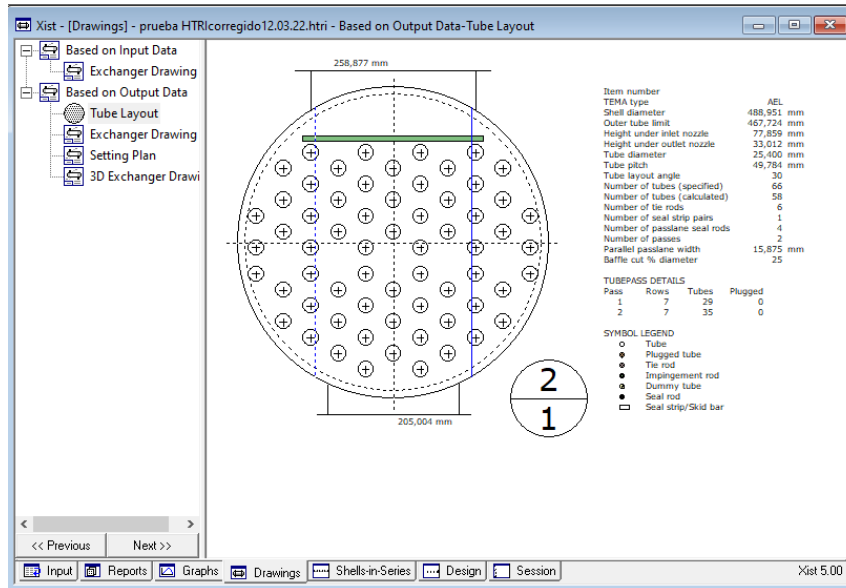
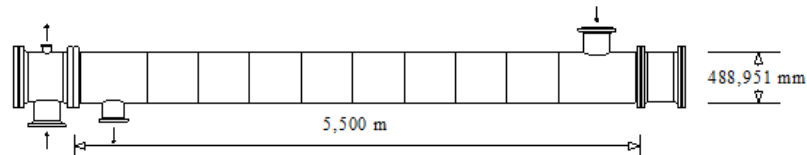




Ilustración 65: Esquema de equipo para construcción

IV. Output: Información útil

1. **Resistencias controlantes y coeficientes de transferencia:** En el Output summary se puede ver el porcentaje de cada resistencia, de forma tal de reconocer la controlante y decidir en donde conviene realizar modificaciones:

Thermal Resistance; %	
Shell	81,10
Tube	13,02
Fouling	0,00
Metal	5,884

Ilustración 66: Resistencias controlantes y coeficientes de transferencia

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 139 de 268

También se puede ver el coeficiente pelicular de cada uno de los fluidos (shell “h” y tube “h”) para verificar que los valores sean del orden de los recomendados y la geometría definida esté favoreciendo una transferencia térmica eficiente:

Exchanger Performance					
Shell h	(W/m2-K)	1693,05	Actual U	(W/m2-K)	1373,06
Tube h	(W/m2-K)	12647,7	Required U	(W/m2-K)	1292,66
Hot regime	(--)	Shear	Duty	(MegaWatts)	2,4674
Cold regime	(--)	Sens. Liquid	Area	(m2)	28,451
EMTD	(Deq C)	67,1	Overdesign	(%)	6,22

Ilustración 67: Output summary

2. **Peso estimado de la carcasa y del bundle:** se puede visualizar en el reporte Hoja TEMA, en la parte inferior:



Shell Construction Information					
TEMA shell type	AEL	Shell ID	(mm)	488,951	
Shells Series	1 Parallel 1	Total area	(m2)	28,966	
Passes Shell	1 Tube 2	Eff. area	(m2/shell)	28,451	
Shell orientation angle (deg)	0,00				
Impingement present	Circular plate	Impingement diameter/nozzle	1,1		
Pairs seal strips	1	Passlane seal rods (mm)	25,400	No. 4	
Shell expansion joint	No	Rear head support plate	No		
Weight estimation Wet/Dry/Bundle	3664,88 / 2420,68 / 665,69		(kg/shell)		

Ilustración 68: Output summary

El peso informado es por coraza.

Es un parámetro útil para comparar distintas geometrías para un mismo servicio/requerimiento y la cantidad de material necesario en cada caso.

3. **Revisar la pérdida de carga segregada** (% respecto del total) en cada una de las distintas partes del intercambiador, ya que si se tiene una elevada pérdida de carga global se identifica cual es la responsable y que parámetro conviene modificar:
- Nozzles (lado tubos y lado carcasa): no deberían consumir más del 20%, sino de ser posible agrandarlos.
 - En la ventana de los baffles
 - Durante el flujo cruzado
 - En los tubos, distinguiendo según cada paso se debe prestar especial atención a aquellos casos donde hay cambio de fase porque puede estar dándose un elevado DP en solo alguno de ellos debido al cambio en el caudal volumétrico.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 140 de 268

Se puede visualizar en el Reporte “Final Results” hoja 2:

Pressure Drops (Percent of Total)						
Cross	Window	Ends	Nozzle	Shell	Tube	
14.92	57.59	6.59	Inlet	9.32	1.56	
MOMENTUM		-0.76	Outlet	12.34	7.11	

9.1.6. Cálculos mecánicos

I. Tubos

Presión de diseño: Para poder calcular la presión de diseño se tomó en cuenta la presión de operación promedio de acuerdo con la entrada y salida del fluido, dando un valor promedio de 19,072 Kpa. Para esta presión que es superior a la atmosférica se calculó la presión de diseño como;

$$P_{\text{diseño}} = P_{\text{operación}} + 2 = 21,072 \text{ Kpa}$$

Temperatura de diseño: Para calcular la temperatura de diseño, primero se fijó la máxima temperatura de operación con la que se trabaja en los tubos, que es de 95°C por lo que la temperatura de diseño es;

$$T_{\text{diseño}} = T_{\text{operación}} (°C) + 20°C = 210,67°C$$

Espesor de los tubos: El espesor de los tubos se calcula a través de la siguiente expresión definida por el código ASME B31.1 como;

$$t = \frac{P_{\text{diseño}} \times D_o}{2 \times S \times E + 2 \times P_{\text{diseño}} \times Y} + C \times \frac{1}{1 - \frac{M}{100}}$$

P_D : Presión de diseño (kPa): calculado anteriormente dando como resultado 21,072Kpa.



D_O : Diámetro exterior de la tubería (mm); 25,4mm.

S: Tensión máxima admisible del material debido a la presión interna (kPa). Se calculó en base al material acero de aleación para tubos acero al carbono, para una temperatura de diseño de 210,67°C, por medio de la tabla del código ASME obtenemos el valor de la tensión máxima admisible donde, S=21,8 ksi. (ASME BPVC Section II-Part D-2015 pg.171).

E: Eficacia de la soldadura, en nuestro caso consideramos los tubos sin costura, por lo tanto, la eficacia de la soldadura será de 1.

C: Espesor por corrosión, en donde las tuberías de acero al carbono o galvanizado, tienen una vida media de 20 a 40 años.

Asumiendo una pérdida de 0,12 mm/año, el factor C de corrosión será de;

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 141 de 268

$$C = 0,12 \frac{mm}{año} \times 30 años = 3,6mm$$

Por lo que se va a trabajar con 4 mm de espesor por corrosión.

M: Tolerancia a la fabricación, para tuberías sin costuras como las proyectadas, la tolerancia a la fabricación es bastante elevada. Depende del material y la temperatura. Toma un valor de 12,5%.

Y: El coeficiente Y, al igual que otros parámetros depende tanto del material como de la temperatura. Se calcula a través de la tabla que se muestra a continuación, según las normas TEMA.

Tabla 304.1.1 Valores de coeficiente Y para $t < D/6$

Materiales	Temperatura, °C (°F)					
	≤ 482 (900 y menores)	510 (950)	538 (1.000)	566 (1.050)	593 (1.100)	≤ 621 (1.150 y mayores)
Aceros Ferríticos	0,4	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7
Aceros Austeníticos	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7
Otros metales ductiles	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Hierro Fundido	0,0	---	---	---	---	---

Ilustración 69: Fuente: ASME Boiler and Pressure Vessel Code MATERIALS, Section 2, Part

Por lo tanto, $Y = 0,4$

Sustituyendo en la ecuación del espesor obtenemos:

$$t = \frac{21,07Kpa \times 25,4mm}{2 \times 150305,71Kpa \times 1 + 2 \times 21,07 \times 0,4} + 4mm \times \frac{1}{1 - \frac{12,5}{100}} = 4,877mm$$



II. Coraza

Se sigue la misma dinámica que para el diseño de los tubos.

Presión de diseño:

$$P_D = 1418,27Kpa + 2 = 1420,27Kpa$$

Temperatura de diseño: La temperatura de diseño se calcula en función de la mayor temperatura de operación del lado de la coraza.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 142 de 268

$$T_{\text{diseño}} = T_{\text{operación}} (°C) + 20°C = 210,67°C$$

Espesor del lado de la coraza: El espesor mínimo t de la carcasa o envolvente cilíndrica sometida a presión interna P , debe ser el que resulte mayor por cálculo de esfuerzos circunferenciales y longitudinales:

Espesor en función de las tensiones circunferenciales

$$t = \frac{P_{\text{diseño}} \times R_i}{S \times E - 0,6 \times P_{\text{diseño}}} + CA$$

Espesor en función de las tensiones longitudinales

$$t = \frac{P_{\text{diseño}} \times R_i}{2S \times E - 0,4 \times P_{\text{diseño}}} + CA$$

Siendo:

- t el espesor del cilindro (mm)
- $P_{\text{diseño}}$ es la presión de diseño (Bar)
- R_i es el radio interno (mm)
- S es el esfuerzo del material (bar)
- E es el factor de soldadura (1)
- CA es la tolerancia de corrosión (4 mm)

El esfuerzo del material (acero al carbono) es de 16,1 ksi equivalente a 161 bar, para una temperatura de diseño de 412 °F.

Espesor en función de las tensiones circunferenciales;

$$t = \frac{14,18\text{Bar} \times (488,9 \text{ mm}/2)}{161\text{Bar} \times 1 - 0,6 \times 14,18\text{Bar}} + 4\text{mm} = \mathbf{26,68\text{mm}}$$



Espesor en función de las tensiones longitudinales

$$t = \frac{14,18\text{bar} \times (488,9 \text{ mm}/2)}{2 \times 161\text{bar} \times 1 - 0,6 \times 14,18\text{bar}} + 4\text{mm} = \mathbf{15,036\text{mm}}$$

El mayor espesor corresponde al espesor debido a las tensiones circunferenciales, se opta por emplear el mismo

Dimensionamiento de los cabezales:

El cabezal anterior es de tipo bonete, este tipo de cabezal permite una mejor distribución del flujo en el arreglo de tubos, consta de un canal, tapa y brida, mientras que el canal posterior es de tipo M con tubos fijos y similar formato que el cabezal de tipo bonete. El canal es una

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 143 de 268

sección tubular donde se ensambla la tapa y las boquillas de entrada de fluido hacia los tubos, la tapa es la sección donde entra el fluido y éste se distribuye hacia los tubos, en este caso las tapas son de tipo semi-elíptica ya que soportan mayores presiones. Para determinar el espesor del canal, primero se calcula el radio exterior del canal, en función del diámetro exterior del mismo.

$$Re = 0,5 \times D_{\text{externo}}$$

El diámetro del canal debe ser del mismo diámetro de la coraza

La norma TEMA y el Código ASME recomiendan que los espesores del canal y de la tapa sean iguales para poder lograr una mejor unión por soldadura.

Espesor mínimo del cabezal

Para el cálculo del espesor mínimo del casco se consideran dos tipos de espesores según su condición física:

Espesor casco cilíndrico

$$t = \frac{P_{\text{diseño}} \times R_i}{S \times E - 0,6 \times P_{\text{diseño}}} + CA = 26,68\text{mm}$$

Esfuerzo circunferencial:

$$t = \frac{P_{\text{diseño}} \times R_i}{2S \times E - 0,4 \times P_{\text{diseño}}} = 14,93\text{mm}$$

Espesor caso esférico

$$t = \frac{P_{\text{diseño}} \times R_i}{2S \times E - 0,2 \times P_{\text{diseño}}} = 10,84\text{mm}$$



Por lo tanto, se adopta el mayor espesor que es el debido al esfuerzo circunferencial, a este valor se le suma el espesor por corrosión (4 mm).

El espesor del casco será de 26,68 mm+ 4 mm = 30,68 mm.

V. Estimación del peso del intercambiador de calor

Para determinar el peso del intercambiador se calculan por separado los pesos de los baffles, los cabezales, la envolvente y los tubos, luego se realiza una aproximación de acuerdo con el código ASME.

Peso de la envolvente:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 144 de 268

Primero se determina el volumen interior y exterior de la coraza, según sus respectivos diámetros.

$$V_{\text{interno}} = \pi \times \frac{D_i^2}{2} \times L = \pi \times \frac{(0,488\text{m})^2}{2} \times 5,56\text{m} = 0,936\text{m}^3$$

$$V_{\text{externo}} = \pi \times \frac{D_e^2}{2} \times L = \pi \times \frac{(0,508\text{m})^2}{2} \times 5,56\text{m} = 1,014\text{m}^3$$

Una vez calculados los volúmenes, se determina el volumen de la pared, que es la diferencia entre el volumen externo y el volumen interno:

$$V_{\text{pared}} = V_e - V_i = 0,0784\text{m}^3$$

Con la densidad del material (ASTM A-213/ASME Acero al carbono) se determina el peso de la coraza:

$$M_{\text{coraza}} = 0,0784\text{m}^3 \times 7850 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} = 615,66\text{Kg}$$

Peso de los tubos:

Se procede de manera similar al cálculo anterior, se determinan los volúmenes interno y externo

$$V_{\text{interno}} = \pi \times \frac{D_i^2}{2} \times L = \pi \times \frac{(0,02118\text{m})^2}{2} \times 5,56\text{m} = 0,003919\text{m}^3$$

$$V_{\text{externo}} = \pi \times \frac{D_e^2}{2} \times L = \pi \times \frac{(0,0254\text{m})^2}{2} \times 5,56\text{m} = 0,005634\text{m}^3$$

Una vez calculados los volúmenes, se determina el volumen de la pared, que es la diferencia entre el volumen externo y el volumen interno:

$$V_{\text{pared}} = V_e - V_i = 0,005634\text{m}^3 - 0,003919\text{m}^3 = 0,001715\text{m}^3$$



Con la densidad del material (ASTM A-213/ASME Acero al carbono) se determina el peso por tubo:

$$P_{\text{tubo}} = 0,001715\text{m}^3 \times 7850 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} = 13,466 \text{ Kg}$$

El número total de tubos es de 66. El peso por la cantidad total de tubos será:

$$P_{\text{tubos}} = 888,75 \text{ Kg}$$

Peso de los baffles:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 145 de 268

Se requiere determinar la diferencia diametral entre el deflector y el bafle. De allí se obtienen el siguiente dato:

$$D_{shell} - D_{bafle} = 0,0032m$$

$$D_{bafle} = 0,3365m - 0,0032m = 0,3333m$$

Se procede a sacar el volumen del bafle

$$V_{bafle} = \pi \times \frac{D_b^2}{2} \times L = \pi \times \frac{(0,3333m)^2}{2} \times 0,0032m = 0,000558394 m^3$$

A dicho volumen se le resta el 25% que corresponde a la segmentación del baffle

$$V_{bafle} = 0,25 \times 0,000558394 m^3 = 0,000139598m^3$$

Para el peso real del bafle se tendrá:

$$P_{bafle} = 7850 \frac{Kg}{m^3} \times 0,000139598m^3 = 1,095Kg$$

Este peso será por bafle y por simulación en HTRI se determinó 12 bafles en el intercambiador, por lo tanto, **el peso total de los bafles será de 13,14Kg.**

Peso de los cabezales:

Para determinar el peso aproximado se tiene en cuenta las dimensiones calculadas anteriormente. El volumen interior es $\frac{1}{2}$ del volumen de una esfera.

$$V_{interior} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{4} \times \pi \times r^3$$

Siendo r el radio exterior de la hemiesfera, r será de 0,16825m.

$$V_{interior} = 0,00997m^3$$

Para el volumen exterior se siguen los mismos pasos con el diámetro exterior de la coraza:


$$V_{exterior} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{4} \times \pi \times r^3$$

Siendo r el radio exterior de la hemiesfera, r será de 0,2540m.

$$V_{exterior} = 0,03432m^3$$

El volumen de la pared será:

$$V_{pared} = V_{exterior} - V_{interior} = 0,0243m^3$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 146 de 268

El peso será:

$$P_{cabezales} = 7850 \frac{Kg}{m^3} \times 0,0243m^3 = 191,155Kg$$

El peso de ambos cabezales será el valor de $P_{cabezal}$ por 2. Esto da como resultado un valor de 382,31Kg.

El peso total aproximado del equipo vacío será de:

$$P_{total} = P_{coraza} + P_{tubos} + P_{bafles} + P_{cabezales}$$

$$P_{total} = 615,662Kg + 888,75Kg + 13,14Kg + 382,32Kg$$

$$P_{total} = 1899,86Kg$$

Para determinar el peso del equipo en operación, según la norma ASME se debe calcular el peso del equipo lleno de agua.

A continuación, se determina el volumen de agua dentro de la envolvente y dentro de los tubos:

Volumen de agua en la coraza y en los cabezales está dado por:

$$V_{coraza} = \pi \times \frac{D_i^2}{2} \times L = \pi \times \frac{(0,488m)^2}{2} \times 5,56m = 0,9361m^3$$

$$V_{interior\ de\ cabezales} = 2 \times 0,00997m^3 = 0,01994m^3$$

El peso del agua será;

$$P_{agua} = 998,2 \frac{Kg}{m^3} \times (0,9361 + 0,01994)m^3 = 954,31Kg$$

Volumen de agua dentro de los tubos



$$V_{pared} = V_e - V_i = 0,005634m^3 - 0,003919m^3 = 0,001715m^3$$

$$P_{agua} = 998,2 \frac{Kg}{m^3} \times 66 \times (0,001715)m^3 = 112,98Kg$$

Por lo tanto, el peso total del equipo en operación será de **2967,5kg**.

VI. Dimensionamiento de boquillas y bridas

La mayoría de las boquillas utilizadas en intercambiadores de calor comprenden una tubería estándar con un extremo soldado al casco o cabezal, con una brida deslizante o de cuello unida en el otro extremo. Las boquillas pueden ser:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 147 de 268

- Boquillas reforzadas
- Boquillas forjadas

Según bibliografía (Campbell Volumen 2 Capítulo 11), las boquillas deben tener un tamaño tal que minimice la erosión/corrosión, la caída de presión, el arrastre, etc. Las siguientes ecuaciones se pueden usar para estimar los tamaños de las boquillas (Ilustración 63):

$$v_i < \frac{A}{(\rho_m)^{0.5}} \quad (11.21)$$

$$v_g < \frac{B}{(\rho_g)^{0.5}} \quad (11.22)$$

$$v_L < C \quad (11.23)$$

Where:

v_i, v_g, v_L
 ρ_m, ρ_g
 A
 B
 C

Metric	English
m/s	ft/s
kg/m ³	lbm/ft ³
60	50
75	60
1.0	3.3

Ilustración 70: Ecuaciones de Campbell, Volumen 2, Capítulo 11: Estimación de diámetros para boquillas de recipientes a presión.

La estimación del diámetro de las boquillas se realiza según la fase de los fluidos a transportar. En este caso, tenemos vapor de agua que ingresa por coraza y agua de proceso que ingresa por tubos. Se calculan los términos v_g y v_L para ser comparados con las expresiones correspondientes.



Para el fluido frío (líquido) se determina que el valor de velocidad es menor que la constante C (1.0) para una velocidad de 1,12 m/s y un diámetro nominal de 4 in.

Tabla 40: Selección de diámetro de boquillas - Fluido frío

Fluido Frío (líquido)		
Di (m)	0,1016	m
Di(in)	4	in
Q (m ³ /s)	0,0090	m ³ /s
V (m/s)	1,1216	m/s

Para el fluido caliente(vapor) se determina que el valor de velocidad es menor que la constante especificada para gases (29,73) para una velocidad de 32,30 m/s y un diámetro nominal de 8 in.

Tabla 41: Selección de diámetro de boquillas - Fluido caliente

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 148 de 268

Fluido Caliente (vapor)		
Di (m)	0,2540	Di (m)
Di(in)	10	Di(in)
Q (m3/s)	1,04766	m3/s
V (m/s)	20,6759	m/s

Estos diámetros calculados anteriormente se ingresan en el apartado Nozzles de HTRI. De esta forma, se determina que las velocidades calculadas por el programa son similares a las calculadas de forma manual. Ver en la siguiente Ilustración.

Shell Nozzles			
		Inlet	Outlet
Inlet at channel end-No		1	1
Number at each position		1	1
Diameter	(mm)	254,509	254,509
Velocity	(m/s)	20,03	16,47
Pressure drop	(kPa)	3,067	2,230
Height under nozzle	(mm)	79,629	6,350
Nozzle R-V-SQ	(kg/m-s2)	2622,80	2156,26
Shell ent.	(kg/m-s2)	2786,28	4744,36

Ilustración 71: Resultados HTRI

Tube Nozzle			
		Inlet	Outlet
		RADIAL	RADIAL
Diameter	(mm)	102,261	102,261
Velocity	(m/s)	19,94	1,17
Pressure drop	(kPa)	12,235	0,457
Nozzle R-V-SQ	(kg/m-s2)	22243,2	1306,38



Ilustración 72: Resultados HTRI

Para la determinación de la proyección requerida por norma, se revisa la Ilustración donde se muestra una tabla de proyecciones mínimas recomendadas para boquillas.

Para el caso de intercambiadores se emplean las bridas con cuello (welding neck); son de gran resistencia y muy empleadas donde se requiere seguridad.

Por el tipo de fluido a transportar, temperaturas y presiones de operación, se utilizarán bridas tipo welding neck.

Para el fluido caliente, se tiene diámetro nominal de 8 in de acuerdo con lo que se calculó anteriormente y un sobredimensionamiento para futuras expansiones como así también, la presión de trabajo de 250. De acuerdo con la ilustración 66, se tiene una proyección mínima

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 149 de 268

recomendada de 10 in. Para el fluido frío, el diámetro nominal es 4 in según lo calculado anteriormente y presión de trabajo de 35 psi aproximadamente. Se toma el valor mínimo de la Ilustración 66 de 150 psi para calcular la proyección mínima; la misma será de 6in.










 PROYECCIONES MINIMAS RECOMENDADAS PARA BOQUILLAS		NORMAS					
		FIGURA No. 35					
LAS TABLAS DAN PROYECCION EXTERIOR MINIMA DE BOQUILLAS, Y EN CASO NECESARIO DEBERA INCREMENTARSE LA PROYECCION, POR ESPESORES DE AISLAMIENTO Y PLACA DE REFUERZO (A CRITERIO DEL DISEÑADOR)							
PROYECCION EXTERIOR EN PULGADAS PARA BRIDAS WELDING NECK							
	DIAM. NOM. TUBO	RANGO DE PRESION DE LA BRIDA EN LBS.					
		150	300	600	900	1500	2500
	2	6	6	6	8	8	8
	3	6	6	8	8	8	10
	4	6	8	8	8	8	12
	6	8	8	8	10	10	14
	8	8	8	10	10	12	16
	10	8	8	10	12	14	20
	12	8	8	10	12	16	22
	14	8	10	10	14	16	
	16	8	10	10	14	16	
	18	10	10	12	14	18	
	20	10	10	12	14	18	
24	10	10	12	14	20		
PROYECCION EXTERIOR EN PULGADAS PARA BRIDAS (SLIP-ON / LAP-JOINT)							
	DIAM. NOM. TUBO	RANGO DE PRESION DE LA BRIDA EN LBS.					
		150	300	600	900	1500	2500
	2	6	6	6	8	8	8
	3	6	6	8	8	8	10
	4	6	8	8	8	10	10
	6	8	8	8	10	12	12
	8	8	8	10	10	12	12
	10	8	8	10	12	12	14
	12	8	10	10	12	12	16
	14	10	10	10	12		
	16	10	10	12	12		
	18	10	10	12	12		
	20	10	10	12	12		
24	10	10	12	12			
PROYECCION INTERIOR							
a)							
b)							
c)							
d)							
	CORTE AL RAS DEL TUBO A LA CURVATURA DEL RECIPIENTE						
	CORTE RECTO A LA CURVATURA						
	PROYECCION MINIMA PARA SOLDADURA						
	PROYECCION PARA REFUERZO U OTRO PROPOSITO						

Ilustración 73: Diseño y cálculo de recipientes a presión – Juan Manuel Estrada (Estrada)

Según (Tubacero) y de acuerdo con las condiciones de operación, se determina que la clase a utilizar para las bridas seleccionadas es de clase 150. Las dimensiones para este tipo de brida se detallan en la siguiente ilustración ingresando con los diámetros nominales calculados previamente.

Para los espárragos, se consultó a norma ASME B16.5 pág. 183 donde se especifica el diámetro y longitud de estos. Para este equipo, se tiene espárragos de 5/8 in para el diámetro nominal de 4in con una longitud de 4 in. Para el diámetro nominal de 10in, se deberán utilizar espárragos de 7/8 in de diámetro y una longitud de 4,75in.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 150 de 268

La cantidad a espárragos a utilizar según las Ilustraciones especificadas anteriormente es de 8 para brida de 4 in y de 12 para bridas de 10in (diámetros nominales previamente calculados).

DIÁMETRO NOMINAL TUBO	SERIE 150 ESPÁRRAGOS			
	Cant.	Diam.	Longitud	
			RF	RJ
1/2"	4	1/2"	2 1/2"	
3/4"	4	1/2"	2 1/2"	
1"	4	1/2"	2 3/4"	3 1/4"
1 1/4"	4	1/2"	2 3/4"	3 1/4"
1 1/2"	4	1/2"	3"	3 1/2"
2"	4	5/8"	3 1/4"	3 3/4"
2 1/2"	4	5/8"	3 1/2"	4"
3"	4	5/8"	3 3/4"	4 1/4"
3 1/2"	8	5/8"	3 3/4"	4 1/4"
4"	8	5/8"	3 3/4"	4 1/4"
5"	8	3/4"	4"	4 1/2"
6"	8	3/4"	4"	4 1/2"
8"	8	3/4"	4 1/4"	4 3/4"
10"	12	7/8"	4 3/4"	5 1/4"


Ilustración 74: Famiq Bridas clase 150 ASME (*) / ANSI B16.5. Selección de número de espárragos Soporte y orejas de izaje

Los intercambiadores de calor horizontales deben tener soportes tipo silletas, dichos soportes deben ser diseñados considerando los esfuerzos por condición de apoyo.

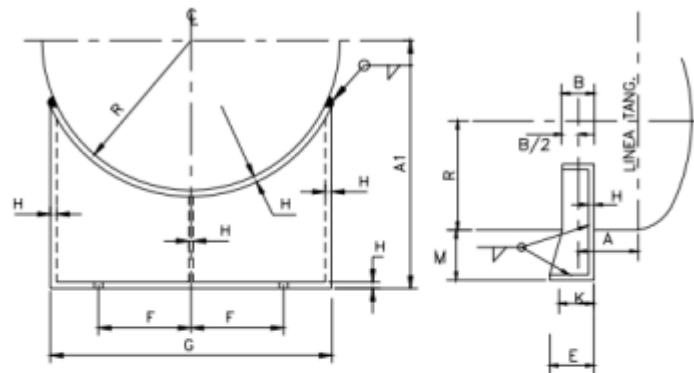
El Código ASME especifica las dimensiones de las silletas en función del peso del equipo en operación y del diámetro exterior del mismo. Para calcular las reacciones de las silletas se recomienda considerar el peso del equipo lleno de agua. Desde el punto de vista económico y estético se recomienda el uso de dos silletas únicamente, por el hecho de que si se usan más de dos silletas se corre el riesgo de que alguna de ellas se “sienta” involucrando además otras cargas no consideradas.

Al localizar las silletas, es preferible que la distancia entre la línea de tangencia de los cabezales y la silleta nunca sea mayor de 0,2 veces la longitud del recipiente

El diámetro exterior del equipo es de 13 1/4”, por lo tanto, las dimensiones de las silletas serán las descriptas al diámetro correspondiente a las 14 pulgadas, según la siguiente Ilustración 68:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra		PV BIOET 	
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas							
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 151 de 268	

 INOLEISA	SOPORTES PARA RECIPIENTES HORIZONTALES										NORMAS	
	TIPO DE SILLETA RECIPIENTES DE 6" A 20" ø										FIGURA No. 64	
DIAMETRO RECIPIENTE "	DIMENSIONES EN PULGADAS										PESO DE UNA SILLETA Kgs.	
	A1	B	E	F	G	H	K	M	R	DIAMETRO DE SILLETA	Kgs.	
6	9-1/2	1-1/2	3	2	6	1/4	1-3/4	6-3/16	3-5/16	3/4	4.0	
8	9-1/2	1-1/2	3	2	6	1/4	1-3/4	5-3/16	4-5/16	3/4	3.5	
10	11-1/2	1-1/2	3	4	10	1/4	1-3/4	6-1/8	5-3/8	3/4	5.5	
12	11-1/2	1-1/2	3	4	10	1/4	1-3/4	5-1/8	6-3/8	3/4	5.0	
14	13-1/2	1-1/2	3	5-1/4	13-1/2	3/8	1-3/4	6-1/2	7	3/4	11.0	
16	13-1/2	1-1/2	3	5-1/4	13-1/2	3/8	1-3/4	5-1/2	8	3/4	9.5	
18	15-1/2	1-1/2	3	6-1/2	16	3/8	1-3/4	6-1/2	9	3/4	13.5	
20	15-1/2	1-1/2	3	6-1/2	16	3/8	1-3/4	5-1/2	10	3/4	12.5	



$$0.4 R \leq A \leq 0.2 L \quad \therefore R = D/2$$

MATERIALES OPTATIVOS
 ASTM A-283 GR "C"
 ASTM A-36
 CORROSION 1/16"
 TODA LA SOLDADURA SERA CONTINUA
 LA DIMENSION DEL FILETE 3/16"
 DIAMETRO DEL ANCLA 5/8"

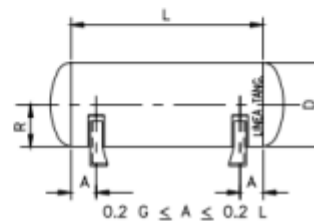




Ilustración 75: Soportes para recipientes a presión (Estrada)

VII. Ángulo de agarre:

El valor del mínimo ángulo de contacto entre la silleta y el cuerpo es sugerido por el Código ASME, con una magnitud de 120°.

VIII. Orejas de izaje:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra		PV BIOET 	
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas							
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 152 de 268	

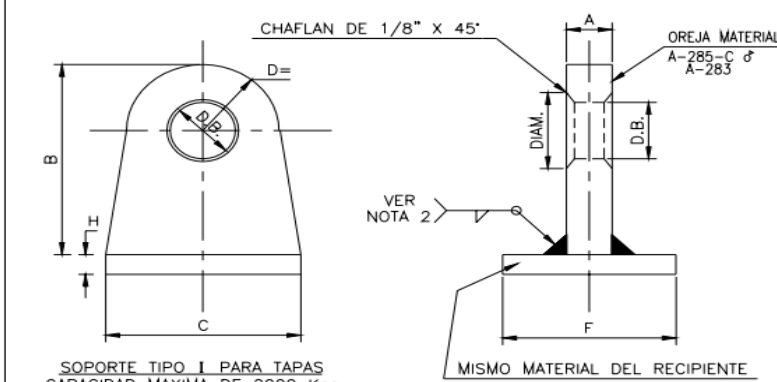
Las orejas de izaje se colocan para poder transportar, localizar y dar manteniendo al equipo, es necesario colocar por lo menos dos orejas de izaje. El espesor de las orejas se calcula como:

$$tc = \frac{W}{S \times (C + to) \times 2}$$

Siendo:

- tc el espesor mínimo requerido en la oreja de izaje
- W es el peso del equipo vacío (1898,91Kg)
- S es el esfuerzo a la tensión del material de la oreja (acero A285, 88,9 MPa = 12893,85 psi)
- C = Longitud mostrada en la Ilustración
- to = Espesor de la oreja de izaje (A dada en la siguiente Ilustración)

		OREJAS DE IZAJE						NORMAS	
		DIMENSIONES EN PULGADAS						FIGURA No. 68	
CAPACIDAD Max. Kgs.	A	B	C	D	F	DIAMETRO DE BARRENOS	G	H	CANT. PZAS. P/RECIPIENTE
2000	3/4	4-1/2	4-1/2	1-1/2	2-1/4	1-1/2	3/4	3/8	2
4500	3/4	7-3/4	7-3/4	1-1/2	2-1/4	1-1/2	3/4	3/8	2
5800	1	8-7/16	8-7/16	1-1/2	2-1/2	1-1/2	3/4	3/8	2
13500	1-1/2	8-3/4	8-3/16	1-1/2	3	1-1/2	3/4	1/2	2
24500	2	9-3/4	9-3/4	1-5/8	3-1/2	1-11/16	3/4	1/2	4





SOPORTE TIPO I PARA TAPAS
CAPACIDAD MÁXIMA DE 2000 Kgs.

Ilustración 76: Dimensión de orejas de izaje (Estrada)

Dimensiones de algunas orejas de izaje recomendables, las cuales están dadas en función del peso del recipiente.

$$to = \frac{4164,33 Lb}{12893,85 \text{ psi} \times 2 \times (4,25In + 0,75in)} = 0,0322 In$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 153 de 268

El material utilizado para los soportes, orejas de izaje y demás (boquillas, bridas, etc.) será de **acero al carbono SA-285**.

El número de orejas de acuerdo al peso del recipiente, será de 2.

9.2 Diseño de separador V-100

Un **separador vapor-líquido** es un dispositivo que se utiliza en varias aplicaciones industriales para separar una mezcla vapor y **líquido**.

9.2.1 Principios de Separación

- **Momento:** Las diferentes fases al tener diferente densidad van a tener diferente momento. Ante un cambio de dirección brusco, la fase más pesada va a doblar más lenta que la liviana.
- **Acción de la Gravedad:** La fase líquida se va a separar de la gaseosa por gravedad, si la fuerza gravitatoria sobre un determinado tamaño de partículas líquidas es mayor que la fuerza de arrastre del gas sobre las mismas
- **Coalescencia:** Las partículas líquidas muy pequeñas pueden unirse (coalescer) para formar partículas más grandes que serán entonces separadas por la acción de la gravedad.

9.2.2 Clasificación de Separadores


Los separadores bifásicos (Gas-Líquido), son clasificados según su disposición:

- Horizontales
- Verticales
- Esféricos

A continuación, se presenta la tabla número

Tabla 42: Comparación entre separadores verticales y horizontales.

Separadores verticales		
Usos	Ventajas	Desventajas
Cuando se desea un control de nivel sencillo	Más versátiles que los horizontales	Más costosos que los horizontales
Limitación de espacio en planta	Control de nivel no tan crítico	El control de nivel de líquido es más crítico
Pequeños caudales	Menor tendencia al Re-entrainment	Más costosos que los horizontales
Muy bajas o muy altas relaciones Gas-Líquido	Más competitivo que el horizontal para muy bajos o muy altos GOR o	Requieren mayor diámetro a igual capacidad

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 	
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas							
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 154 de 268	

aplicaciones de SCRUBBERS.		
Separador Horizontal		
Usos	Ventajas	Desventajas
Grandes volúmenes de gas o líquidos	Menos costosos que los verticales	Sólo una parte de la carcasa está disponible para el pasaje del gas
Con corrientes de alto a medio GOR	Requiere menores diámetros para una misma capacidad de gas	El control de nivel de líquido es más crítico
Con soluciones que forman espuma	Mayor facilidad para montar en skids	
Separadores trifásicos	Mayores tiempos de residencia de líquidos	

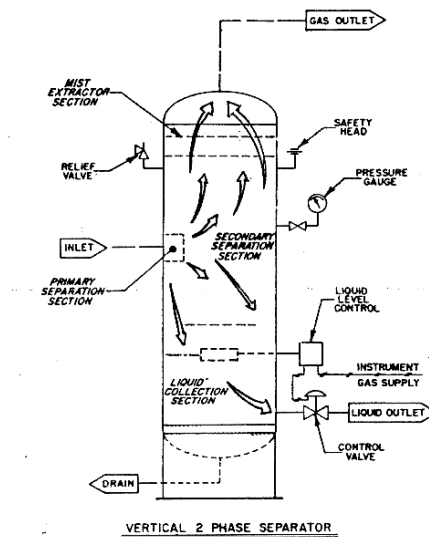




Ilustración 77: Separador Vertical

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 155 de 268

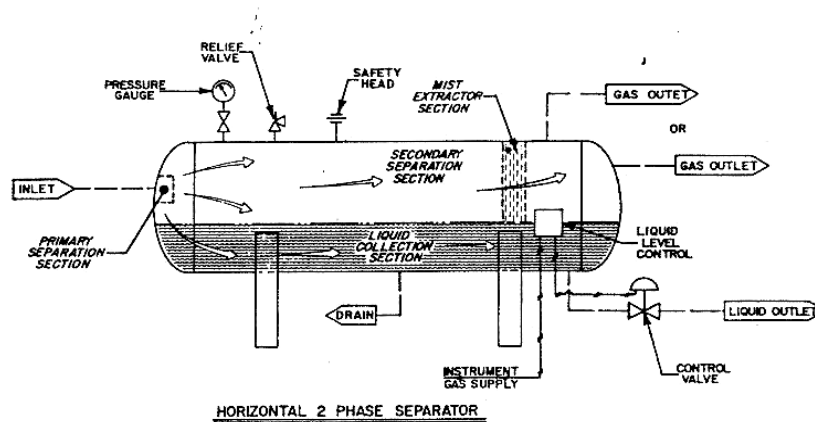


Ilustración 78: Separador Horizontal

9.2.3 Velocidad del Gas

Velocidad terminal de la Partícula

Durante la separación secundaria por gravedad, la velocidad admisible que el gas puede tomar debe estar basada en la velocidad terminal a la cual la partícula líquida cae.

Luego que la fuerza de gravedad se equipara con la fuerza de arrastre del gas, la velocidad terminal resulta:

$$V_t = \sqrt{\frac{4 \times D_p \times (\rho_l - \rho_v)}{3 \times C_d \times \rho_v}}$$

donde



- C_d : coeficiente de fuerza de arrastre

Correlación de Sauters-Brown

Sauters y Brown correlacionaron la ecuación anterior en función de una constante empírica llamada "K".

$$V_{Gmax} = K_s \times \sqrt{\frac{(\rho_l - \rho_g)}{\rho_g}}$$

La constante de Sauters-Brown "K":

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 156 de 268

El parámetro de diseño, K_s , en la ecuación Souders-Brown es una constante empírica y factor clave en el dimensionamiento de los separadores gas – líquido, así como la selección de los extractores de neblina, y sus diámetros. Su valor depende de varios factores, incluyendo:

- Tipo de interno para la separación terciaria (caja de chicana o malla de alambres)
- P operación
- Geometría del separador (según algunos autores)

La operación de un demister tiene dos aspectos: eficiencia de remoción de gotas y capacidad de gas (caudal). El primero está dado por el proveedor como una curva de porcentaje de remoción en función del tamaño de gota para un flujo de diseño y una carga de líquido nominal. El segundo se determina por el factor K, presentado a continuación.

Existen varias fuentes en donde es posible consultar el valor el valor de los K_s referente a distintas aplicaciones. Entre ellas se encuentra:

- A. **API 12 J**; recomienda rangos de los valores – K_s para separadores verticales y horizontales
- B. **Texto Campbell**; consideración empírica aplicada para estimar la velocidad máxima del gas permitiendo la separación deseada de la gota de líquido.
- C. **Correlaciones K_s** : *A partir de curvas para los distintos tamaños de gotas ajustadas a un polinomio de 3° orden.*

Para este caso, se utiliza método A. Este método se basa en recomendaciones de valores para K_s , tanto para separadores verticales como horizontales.



Tabla 43: Valores de K_s en función de altura/longitud para separadores horizontales

Tipo	Altura o longitud (m)	Rango típico K_s (m/s)
Horizontal	3,05	0,122-0,152
Horizontal	Otras longitudes	0,122 – 0,152 (L/3,05) ^{0,56}

Una vez determinada la velocidad máxima, V_t , es posible calcular el diámetro mínimo del receptor, D_{min}

$$D_{min} = \sqrt{\frac{(4/\pi) \times q_a}{F_G \times V_{Gmax}}}$$

Donde:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 157 de 268

- Fg= Fracción del área seccional disponible para el flujo de gas (Fg = 1, para el separador vertical, y es función de la altura de la fase líquida para los separadores horizontales)
- qg= Gasto del gas a las condiciones actuales en el separador

Para el separador horizontal, la longitud efectiva puede ser definida en función de la longitud actual del separador y el diámetro.

$$Le = L - D$$

De manera que el parámetro Souders – Brown para los separadores horizontales puede estimarse por la ecuación en función de Ksv.

$$K_{SH} = K_{SV} \times \left(\frac{Le/D}{hg/D} \right)$$

Si el valor calculado del KSH por la ecuación 4 es mayor que un valor máximo permisible de 0,7 pie/seg (0,21 m/seg) debe igualarse a este valor máximo.



El dimensionamiento del separador horizontal es un proceso de ensayo y error. Normalmente los Le/D y hg/D (o hL/D) son asumidos y KSH, Vgmax, y D son calculados por las ecuaciones 4, 2, y 3 respectivamente. La longitud efectiva y la actual son calculadas por la ecuación 5.

$$Le = \sqrt{\frac{(4 \times t \times q_L)}{(\pi \times D^2 \times F_L)}}$$

Donde:

- D = Diámetro
- FL = Fracción del área seccional ocupada por el líquido (función de la altura del líquido en un separador horizontal)
- qL = Gasto actual del Líquido
- t = Tiempo de residencia del líquido, acorde con el API 12J [7]

Si el valor calculado del L/D se ubica fuera del rango recomendado (normalmente 3 < L/D < 6), la altura del líquido en el recipiente es cambiada y el procedimiento de cómputo es repetido.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 158 de 268

9.2.4 Diseño de equipo

El separador V-100 es un separador bifásico que cumple con la función de realizar la separación de corriente vapor que será tratada para recuperación de agua y una corriente líquida que será destinada a tratamiento de efluentes.

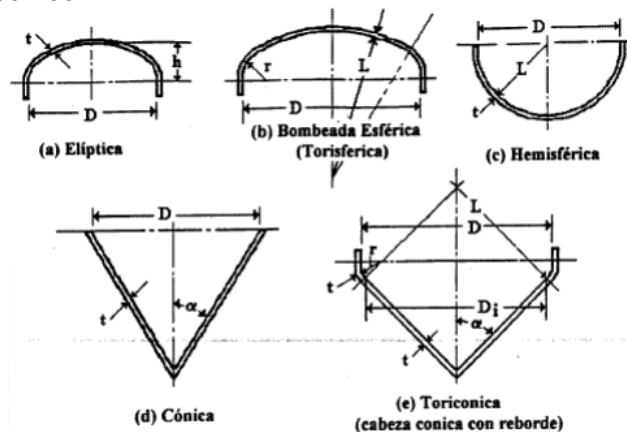
Antes de realizar los cálculos de diseño, se deberán tener en cuenta los diferentes escenarios a los que podemos enfrentarnos cuando se comienza un diseño. Es decir, especificar el tipo de recipiente, conocer las diferentes opciones en cuanto a materiales de diseño, como también disposiciones y opciones estructurales que se encuentran en el mercado.

En el caso de este diseño, se trata de un recipiente a presión, que cumple la función de separador bifásico del tipo horizontal.



A. Cabezales

Además de la estructura de los recipientes, se tienen en cuenta también los tipos de cabezales que pueden diseñarse; los diferentes cabezales contemplados por el código ASME son los siguientes:

- Cabezal Plano
- Cabezal Hemisférico
- Cabezal Toriesférico
- Cabezal Elipsoidales
- Cabezal Cónico
- Cabezal Toricónico



El tipo de Cabezal utilizado para este diseño es el tipo Elíptico, ya que este tipo de cabezal puede ser utilizado para presiones ente 20 y 100 bar.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 159 de 268

B. Cargas

Según lo establecido por ASME en sus requerimientos generales, las cargas que se deben tener en cuenta para el diseño de un recipiente son las siguientes:

- Presión Interna o externa
- Peso del recipiente y su contenido
- Otras cargas estáticas; pesos de equipos (motores, bombas, otros recipientes, etc.) Cargas dinámicas debidas a variaciones de presión, temperatura, equipos, etc. Fuerzas de la naturaleza (viento, nieve, hielo, etc.)
- Presiones anormales por errores de operación



En general el espesor de mínimo para el cuerpo y los cabezales es de 1,6mm, sin incluir el sobre espesor por corrosión, el cual está establecido en las pautas de diseño y debe ser lo suficiente como para que el equipo pueda cumplir con la vida útil programada.

9.2.5 Cálculo analítico – Método de Sauders-Brown



De acuerdo con las ecuaciones propuestas por el método de Sauders-Brown, se procedió a realizar los cálculos para el dimensionamiento correspondiente.

Tabla 44: Resultados obtenidos en cálculo analítico – Método de Sauders-Brown

DATOS DE PROCESO		
VARIABLE	VALOR	UNIDAD
EQUIPO		
TAG	V-100	
Descripción	Separador horizontal	
Diámetro	0,609	m
Largo efectivo	1,902	m
Largo real requerido por gas	0,4778	m
Largo real requerido por líquido	2,536	m
FLUIDO		
Caudal gas	8,256	Sm ³ /d
Caudal líquido	37,2	m ³ /d
Corte de agua	93	%
PM gas	21,27	
Z	0,9	
Densidad del agua	1000	Kg/m ³
Densidad del líquido	1035,0	Kg/m ³

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 160 de 268

CONDICIONES DE DISEÑO		
Presión	2,67	kgf/cm2g
Temperatura	65	°C
Altura de líquido	0,1318	m
	22	%
CONDICIONES ESTÁNDAR		
Temperatura STD	25	°C
Presión	101,325	kPa
R	8,3145	Kpa.m3/°K.Kmol
CALCULOS GENERALES		
VARIABLE	VALOR	UNIDAD
CONDICIONES Y CAUDALES		
Presion Operativa	2,67	kgf/cm2g
Temperatura Operativa	65,00	°C
Densidad gas @ STD	0,87	Kg/m3
Densidad gas @ OP	3	Kg/m3
Flujo masico gas	0,2991	Kg/h
Caudal Actual	0,00	m3/s
	0	m3/h
EQUIPO		
Area Total de Equipo	0,29	m2
Altura de gas	0,48	m
Altura de líq / Diámetro	0,22	
Relacion de area liquido/total	0,16	
Area liquido	0,046	m2
Area gas	0,245	m2
RESULTADOS GAS CON K	VERIFICA GAS	
VARIABLE	VALOR	
K ajustado por longitud	0,307	ft/s
K ajustado (presión > 6,8 Kg/cm2g)	0,312	ft/s
K seleccionado	0,40	ft/s
Velocidad Máxima del Gas	2,242	m/s
Velocidad actual	0,001	m/s
Caudal máximo @ operación	47426	m3/d
Caudal máximo @ STD	166526	Sm3/d
RESULTADOS GAS - Diámetro gota		
VARIABLE	VALOR	UNIDAD
Viscosidad del gas	0,012	cP

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 161 de 268

Tiempo de residencia de gas	310	seg
Velocidad terminal mínima	0,0015	m/s
Re del gas	0,00	
Diámetro mínimo de gota de líquido	6	micron
RESULTADOS LIQ - Diámetro gota		
VARIABLE	VALOR	UNIDAD
Viscosidad del líquido	0,4812	cP
Tiempo de residencia del líquido	205	seg
Altura del líquido	0,1	m
Velocidad terminal mínima	0,001	m/s
Re del líquido	0,03	
Diámetro mínimo de burbuja de gas	24	micron

9.2.6 Calculo dimensional - HYSYS

Se conocen, con la ayuda del software Hysys, datos dimensionales del recipiente asociado al caudal volumétrico. Teniendo en cuenta estos datos y utilizando un método matemático proporcionado por la bibliografía, se procedió a calcular el volumen real del recipiente, considerando sobredimensionamientos otorgados por la norma y capacidades. El método de cálculo sugiere un tiempo de residencia en el separador de 5 a 10 minutos para un separador que opera al 50%. Para dimensionar este separador se toman 10 min.

$$V = Q \times t$$

- Donde V: volumen [m³]
- Q: caudal volumétrico [m³ /h]
- t: tiempo de residencia [h]

$$V = Q \times 0,0833h$$

$$V = 1,947m^3/h \times 0,166h$$

$$V = 0,324m^3$$

Calculamos un sobredimensionamiento de la capacidad de los tanques de un 15%.

$$Vs = V \times 1,15$$

$$Vs = 0,372m^3$$

Como el volumen del fluido que se tendrá en el recipiente corresponde al 50 %, se calcula el volumen total del recipiente.

$$Vs = 0,744m^3$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 162 de 268

Según lo dimensionado por hysys, el volumen total del equipo será 0,6717m³ con un nivel de líquido al 50%.

Con ayuda de la función Vessel Sizing, fue posible realizar la simulación del equipo. Los resultados obtenidos se muestran en las siguientes ilustraciones.

En primera instancia, se procedió a seleccionar el separador a diseñar. Se selecciona el tipo de disposición para el separador, en este caso, separador de tipo horizontal.

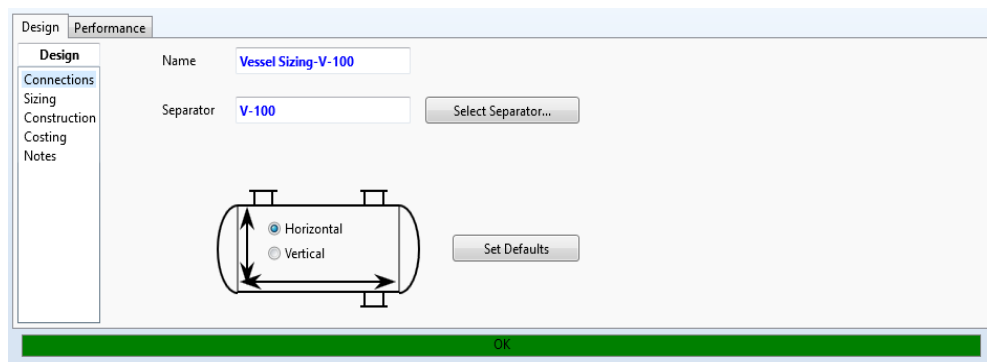


Ilustración 79: Modelado de separador V-100

Existe una constante adimensional llamada R, que permite determinar la relación entre la longitud de costura a costura (Lss) con el diámetro del separador. Este parámetro permite determinar el diseño más eficiente y económico, se toma el valor de R entre valores de 3 y 4.

Para este caso, la relación L/R es de 3,12. Este valor, se utiliza como spec para el diseño del equipo.

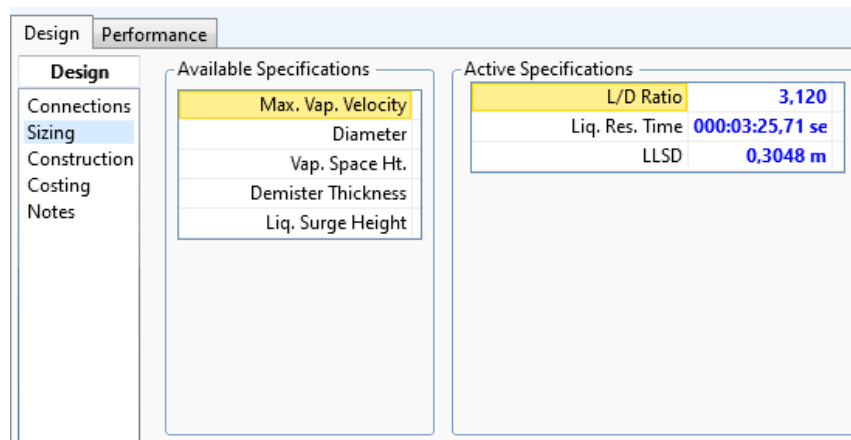

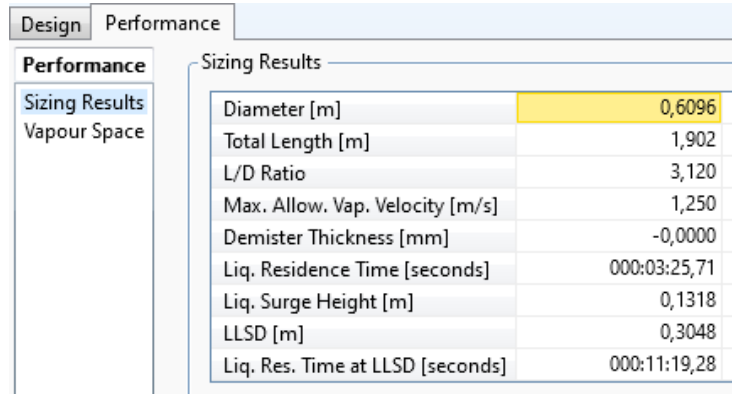


Ilustración 80: Simulación de V-100 Spec seleccionado

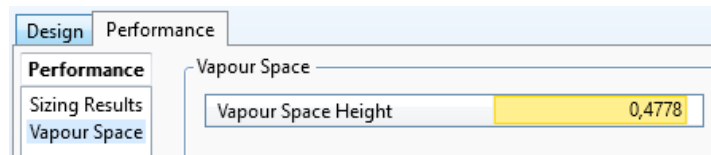
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 163 de 268

Los resultados de este diseño, se pueden visualizar en la siguiente ilustración:



Sizing Results	
Diameter [m]	0,6096
Total Length [m]	1,902
L/D Ratio	3,120
Max. Allow. Vap. Velocity [m/s]	1,250
Demister Thickness [mm]	-0,0000
Liq. Residence Time [seconds]	000:03:25,71
Liq. Surge Height [m]	0,1318
LLSD [m]	0,3048
Liq. Res. Time at LLSD [seconds]	000:11:19,28

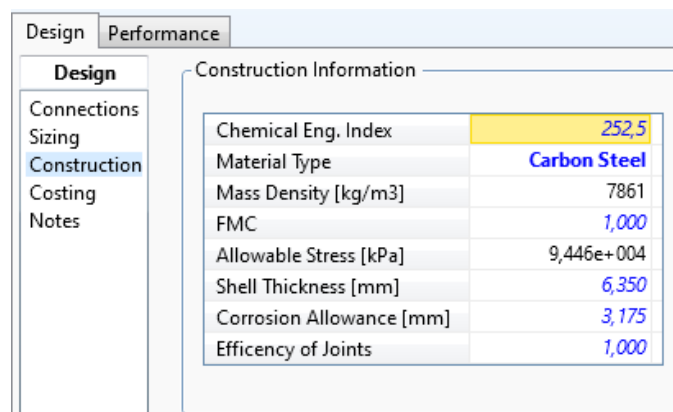
Ilustración 81: Resultados de simulación V-100



Vapour Space	
Vapour Space Height	0,4778

Ilustración 82: Resultado de simulación V-100



Esta herramienta, permite visualizar resultados de construcción del recipiente. Para este separador, se selecciona el material de acero al carbono debido a su bajo costo. De esta forma, se presenta algunos datos constructivos del equipo a fabricar.



Construction Information	
Chemical Eng. Index	252,5
Material Type	Carbon Steel
Mass Density [kg/m ³]	7861
FMC	1,000
Allowable Stress [kPa]	9,446e+004
Shell Thickness [mm]	6,350
Corrosion Allowance [mm]	3,175
Efficiency of Joints	1,000

Ilustración 83: Resultados de simulación V-100

A. Diámetro del tanque

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 164 de 268

Se determinarán las dimensiones del recipiente mediante el uso del software Aspen Hysys V9, definiendo el tipo de cabezales de este, como se mencionó anteriormente, se eligió el tipo elipsoidal.

- **Diámetro del equipo: 0,609m**
- **Largo del cilindro: 1,902m**
- **Altura de los cabezales: 0,3045m**

Conociendo estos valores, se puede continuar con el cálculo de las presiones.

B. Presión de diseño interna (Pd)

Es el valor que debe utilizarse en las ecuaciones para el cálculo de las partes constitutivas de los recipientes sometidos a presión, dicho valor será el siguiente:

$$Si P_o > 300 \frac{lb}{pulg^2} \quad ; \quad P = 1,1 \times P_o$$

$$Si P_o < 300 \frac{lb}{pulg^2} \quad ; \quad P = P_o + 30 \frac{lb}{pulg^2}$$

Donde P es la presión de diseño, y P_o es la presión de operación.

Al determinar la presión de diseño (P), debe tomarse en consideración la presión hidrostática debida a la columna del fluido que estemos manejando, si éste es líquido sobre todo en recipientes cilíndricos verticales.

Para el caso de este equipo, la presión de diseño será: **38,28 lb/pulg² o su equivalente 262Kpa.**

C. Presión de prueba hidráulica

Se entenderá por presión hidrostática de prueba y se cuantificará por medio de la siguiente ecuación:



$$P_p = 1,3 \times P_d$$

$$P_p = 340,6 \text{ KPa}$$

D. Temperatura de diseño

De la misma manera que se sobredimensiona el equipo a efectos de presión, también se realizará a efectos de temperatura. Se tomará un margen de seguridad de 20°C para calcular la temperatura de diseño:

$$T_d = T_{op} + 20^\circ C$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 165 de 268

$$Td = 105^{\circ}C$$

9.2.7 Diseño mecánico

Se realizará el diseño del recipiente en acero inoxidable AISI 304, que es un acero austenítico con bajo contenido de carbono. Se utilizará un material de acero inoxidable debido al tipo de fluidos con los que se trabaja en este proyecto.

A. Cálculo de espesor

Para realizar el cálculo del espesor, se considera, que el esfuerzo de los cuerpos cilíndricos sometidos a presión interna se puede dividir en dos partes. Una de ellas corresponde al esfuerzo en forma tangencial, y la otra al esfuerzo en forma longitudinal. La norma ASME contempla que el espesor debe calcularse como el valor del espesor mayor entre los dos anteriores; sin embargo, se conoce también que el esfuerzo tangencial en cuerpos cilíndricos sometidos a presión interna es mayor que el esfuerzo longitudinal, por lo general el doble.

Tensión tangencial:

$$\tau = \frac{P \times R}{S \times E - 0,6 \times P}$$

Tensión Longitudinal



$$\tau = \frac{P \times R}{2 \times S \times E - 0,4 \times P}$$

Donde:

- P: P de diseño en atm
- T: Espesor mínimo requerido de la pared de la coraza.
- R: Radio interno de la coraza.
- S: Tensión máxima admisible a la que se puede someter el material de un recipiente, es función de la temperatura, estos valores los provee la norma ASME.
- E: Eficiencia de la soldadura, se puede definir como el grado de confiabilidad de estas. El valor más utilizado en la industria es de 0,85.

MAXIMUM ALLOWABLE STRESS VALUES IN TENSION FOR HIGH-ALLOY STEEL (CAUTION: See UW-12 for vessels constructed under part UW)														
Specification		Maximum Allowable Stress, ksi (Multiply by 1000 to Obtain psi), for Metal Temp. °F, Not Exceeding												
Number	Grade	-20 to 100	200	300	400	500	600	650	700	750	800	850	900	950
SA-240	304	18,8	17,8	16,6	16,2	15,9	15,9	15,9	15,9	15,5	15,2	14,9	14,7	14,4
SA-240	304L	15,7	15,7	15,3	14,7	14,4	14	13,7	13,5	13,3	13	—	—	—
SA-240	316	18,8	18,8	18,4	18,1	18,0	17,0	16,7	16,3	16,1	15,9	15,7	15,5	15,4
SA-240	316L	15,7	15,7	15,7	15,5	14,4	13,5	13,2	12,9	12,8	12,4	12,1	—	—

Ilustración 84: Valores de tensión máxima admisible según T y P para diferentes materiales

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 166 de 268

Los datos de tensión máxima admisible, S, se obtienen en función de la temperatura. La temperatura de diseño calculada fue de 105°C o su equivalente, 221 °F. Con este dato, para acero inoxidable 304, se obtiene el valor de S que deberá multiplicarse x 1000 para obtener valores en psi. El valor según tabla es de 17,4 y su conversión a psi es de 17400 = 1183,87 atm Resolviendo se obtiene:

Tensión tangencial

$$\tau = \frac{2,58atm \times 0,3045m}{1183,87atm \times 0,85 - 0,6 \times 2,58atm}$$

$$\tau = 0,000782m = 0,78mm$$

Tensión Longitudinal

$$\tau = \frac{2,58atm \times 0,3045m}{2 \times 1183,87atm \times 0,85 - 0,4 \times 2,58atm}$$

$$\tau = 0,000391m = 0,3908mm$$

Se comprueba que el valor de tensión longitudinal es la mitad del valor de tensión tangencial, por lo tanto, se toma este último como el valor del espesor del recipiente. Se suma 4mm de espesor por corrosión para este material.

B. Diámetro externo del recipiente

Según la norma ASME, en su apartado UG-33(f), los espesores requeridos para presiones externas, se calculan mediante la siguiente relación:

$$D_{externo} = D_{interno} + 2 \times \tau$$

$$D_{externo} = 0,609m + 2 \times 0,0478m$$

$$D_{externo} = 0,6185m$$



C. Espesor de los cabezales

Como se mencionó con anterioridad, se escogió para el diseño de este recipiente cabezales tipo elíptico, por lo tanto, se utiliza la expresión dada por ASME en su sección 1-4c, para este tipo de cabezales.

$$\tau = \frac{P \times D}{2 \times S \times E - 0,2 \times P}$$

Donde:

D = Diámetro interior de la tapa, en pulgadas. (mm.).

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 167 de 268

E = Eficiencia de las uniones soldadas.

P = Presión de diseño, en lb/pulg² (kPa)

S = Esfuerzo máximo permisible del material de la tapa, a tensión y a la temperatura de diseño en lb/pulg² (KPa).

t = Espesor mínimo requerido en la tapa sin corrosión, en pulgadas. (mm)

Para este caso, al tratarse de una única pieza, se utilizará eficiencia de uniones soldadas igual a 1.

$$\tau = \frac{2,58atm \times 0,609m}{2 \times 1183,87atm \times 1 - 0,2 \times 2,58atm}$$

$$\tau = 0,000664m = 0,664mm$$

El valor del espesor del cabezal es menor al espesor calculado para la coraza cilíndrica, por lo tanto, se adoptará el espesor de mayor valor para un mejor diseño, montaje y mantenimiento del equipo. Por lo tanto el valor adoptado para el espesor del equipo será de 4,664 mm.

D. Altura total de los cabezales

Esta dada por la suma de la altura del cabezal con el aporte de espesor mínimo requerido por tensión tangencial.

$$ht = h + \tau$$

$$ht = 0,3045m + 0,0466m$$

$$ht = 0,3091m$$

E. Largo total del recipiente

Este largo es dado por la suma del largo del recipiente, con el aporte de la altura de los cabezales.



$$Lt = L + 2 \times h$$

$$Lt = 1,900m + 2 \times 0,3091$$

$$Lt = 2,5183m$$

F. Peso del recipiente

Para calcular el peso del recipiente debemos conocer el volumen de las paredes del recipiente, para ello se calcula los volúmenes internos y externos del cilindro, y luego se realiza la diferencia entre ambos, obteniendo el volumen de las paredes de este.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 168 de 268

i. Volumen del cilindro

Para el cálculo del volumen del cilindro, se tienen en cuenta los diámetros internos y externos afectados por la altura de este, L. El cálculo de los volúmenes internos y externos del cilindro se determinó por la expresión:

$$V = \pi \times \frac{D^2}{2} \times L$$

Los datos que se tienen son:

- Dint: 0,609 m
- Dext: 0,6185 m
- L: 1,9 m

Se procede a realizar el cálculo del recipiente para determinar Volumen interno y externo del cilindro.

ii. Volumen interno del cilindro

$$V_{\text{interno}} = \pi \times \frac{D^2}{2} \times L$$

$$V_{\text{interno}} = \pi \times \frac{0,609m^2}{2} \times 1,900m$$

$$V_{\text{interno}} = 0,5534m^3$$

iii. Volumen externo del cilindro

$$V_{\text{externo}} = \pi \times \frac{D^2}{2} \times L$$

$$V_{\text{externo}} = \pi \times \frac{0,6185m^2}{2} \times 1,900m$$



$$V_{\text{externo}} = 0,5708m^3$$

Con estos datos, se procede a calcular el volumen del cilindro como se detalla a continuación:

$$V_c = V_{\text{ext},c} - V_{\text{int},c}$$

$$V_c = 0,0178m^3$$

iv. Volumen de los cabezales:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 169 de 268

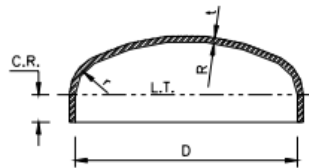
El cálculo del volumen de estos se realiza por medio de la ecuación de un cabezal de tipo semielíptico:

$$V_{\text{cabezal}} = \frac{2}{3} \times \pi \times \frac{D^2}{2} \times h$$

Los datos que se tienen son:

- Dint: 0,609 m
- Dext: 6185 m
- h: 0,3045m

Para el cálculo de los volúmenes requeridos, se tendrá en cuenta las medidas especificadas en Ilustración:



SEMIELIPTICA

a) Volumen interno de cabezal:

$$V_{\text{interno}} = \frac{2}{3} \times \pi \times \frac{D_{\text{int}}^2}{2} \times h$$

$$V_{\text{interno}} = \frac{2}{3} \times \pi \times \frac{0,609^2}{2} \times 0,3045\text{m}$$

$$V_{\text{interno}} = 0,059\text{m}^3$$

b) Volumen externo del cabezal



$$V_{\text{externo}} = \frac{2}{3} \times \pi \times \frac{D_{\text{ext}}^2}{2} \times h$$

$$V_{\text{externo}} = \frac{2}{3} \times \pi \times \frac{0,6185^2}{2} \times 0,3045\text{m}$$

$$V_{\text{externo}} = 0,06\text{m}^3$$

c) Volumen del cabezal

$$V_h = V_{\text{externo}} - V_{\text{interno}}$$

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 170 de 268

$$Vh = 0,002m^3$$

d) Volumen total del recipiente

$$V_{ct} = V_c + 2 \times V_h$$

$$V_{ct} = 0,0178m^3 + 2 \times 0,002m^3$$

$$V_{ct} = 0,0218m^3$$

G. Peso del recipiente vacío;

Se calcula por el producto del volumen total del recipiente con la densidad de este.

$$W_{rec} = V_{ct} \times \rho$$

$$W_{rec} = 0,0218m^3 \times 7960kg/m^3$$

$$W_{rec} = 173,22Kg$$

H. Peso de recipiente con agua

Por norma, es necesario conocer el peso del recipiente lleno de agua. Por lo tanto, se procede a realizar el cálculo del mismo.

$$P_{agua} = 998,2 \frac{Kg}{m^3} \times (0,0218)m^3 + 173,22Kg = 21,76Kg$$

El peso total del recipiente lleno será de:

$$W_{rec \text{ lleno}} = 173,22Kg + 21,76Kg$$

$$W_{rec \text{ lleno}} = 194,706Kg$$

9.2.8 Construcción mecánica



A. Construcción de la coraza:

Para realizar la construcción mecánica de la coraza del recipiente, se debe conocer su área, para ello se considera la siguiente ecuación; correspondiente al área de un cilindro.

$$A = 2 \times \pi \times r \times L$$

Los datos que se tienen son:

- r: 0,304m
- L total: 2,518 m

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 171 de 268

$$A = 2 \times \pi \times 0,304m \times 2,518m$$

$$A = 4,817m^2 = 4817513mm^2$$

El material seleccionado viene en presentación 1,5mmx1500mmx3000mm de acuerdo con el proveedor Aceros Inoxidables NBG.

Para conocer el número de planchas necesarias para la construcción, se debe calcular el área de estas y dividir las por el área total.

- Área de la plancha

$$A_p = Largo \times Ancho$$

$$A_p = 4500000 \text{ mm}^2$$

- Cantidad de planchas

$$N_p = \frac{A}{A_p}$$

$$N_p = \frac{4817513mm^2}{4500000mm^2}$$

$$N_p = 2$$



Por lo tanto, para la construcción de la coraza, se necesitarán **2 planchas de 1,5mmx1500mmx3000mm**. Los cabezales también se encuentran a la venta en la industria, y se construyen conociendo datos como el diámetro exterior y el espesor de estos, siguiendo la norma ASME para su construcción.

B. Construcción de silletas

El Código ASME especifica las dimensiones de las silletas en función del peso del equipo en operación y del diámetro exterior del mismo. Para calcular las reacciones de las silletas se recomienda considerar el peso del equipo lleno de agua. Desde el punto de vista económico y estético se recomienda el uso de dos silletas únicamente, por el hecho de que si se usan más de dos silletas se corre el riesgo de que alguna de ellas se “sienta” involucrando además otras cargas no consideradas.

Al localizar las silletas, es preferible que la distancia entre la línea de tangencia de los cabezales y la silleta nunca sea mayor de 0,2 veces la longitud del recipiente

El método de cálculo se describe en la sección 2 de ASME VIII, en su capítulo 4. Conociendo el valor del diámetro exterior, se pueden conocer los valores tabulados para los parámetros dimensionales de las silletas.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 172 de 268

Con estos datos según nuestro diámetro exterior (0,619 m =24,37 pulg), se pueden determinar los valores dimensionales con los que se construirá la silleta.

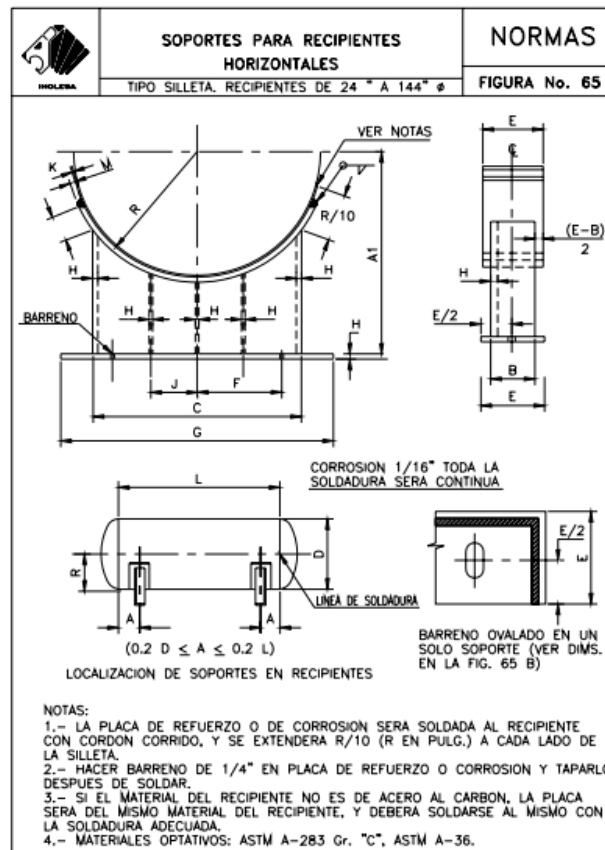



Ilustración 85: Soportes para recipientes horizontales

El diámetro exterior del equipo es de 24,37 in por lo tanto, las dimensiones de las silletas serán las descriptas al diámetro correspondiente a las 24 pulgadas que es lo más próximo encontrado en la siguiente Ilustración:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA			Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra		PV BIOET 	
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas								
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 173 de 268		

DIAM. RECIPIENTE D	CARGA MÁXIMA PARA SOPORTES kg	TODAS LAS DIMENSIONES EN PULGADAS													DIAMETRO ANCLA	DIAMETRO BARRILLO	BARRILLO DUBLEDO	FILETE DE SOLDADURA	PESO DE UN SOPORTE kg	CAMBIOS REQUERIDOS
		A1	B	C	D	E	F	G	H	J	K									
24	3410	19	6	22	3/8	7	8	23	5/16	11	3/16	3/4	1	1/1-1/2	1/4	23	1			
30	4545	22	6	27	7/16	7	10-1/2	29	5/16	13-1/2	3/16	3/4	1	1/1-1/2	1/4	30	1			
36	6818	25	6	32	1/2	7	12-1/2	34	3/8	16	1/4	3/4	1	1/1-1/2	1/4	41	1			
42	9090	28	6	38	9/16	7	16	40	1/2	19	5/16	3/4	1	1/1-1/2	5/16	50	1			
48	18180	31	8	43	5/8	9	18	45	1/2	21-1/2	3/8	7/8	1-1/8	1-1/8-3/4	3/8	91	1			
54	22727	34	8	48	5/8	9	20	50	1/2	12	3/8	7/8	1-1/8	1-1/8-3/4	3/8	110	2			
60	27270	37	8	53	5/8	9	23	55	1/2	13	3/8	7/8	1-1/8	1-1/8-3/4	3/8	123	2			
66	34090	40	8	58	5/8	9	25	60	1/2	14	3/8	7/8	1-1/8	1-1/8-3/4	3/8	136	2			
72	38636	43	8	63	5/8	9	28	65	1/2	16	3/8	7/8	1-1/8	1-1/8-3/4	3/8	148	2			
78	45455	46	8	69	5/8	9	31	71	1/2	17	3/8	7/8	1-1/8	1-1/8-3/4	3/8	160	2			
84	68180	49	9	74	3/4	10	33	76	5/8	19	1/2	7/8	1-1/8	1-1/8-3/4	1/2	225	2			
90	79540	52	9	79	3/4	10	35	81	5/8	20	1/2	7/8	1-1/8	1-1/8-3/4	1/2	250	2			
96	90900	55	9	84	3/4	10	37	86	5/8	21	1/2	1	1-1/4	1-1/4-1/2	1/2	270	2			
102	104540	58	9	90	3/4	10	40	92	5/8	23	1/2	1	1-1/4	1-1/4-1/2	1/2	295	2			
108	125000	61	10	95	3/4	11	42	97	5/8	24	1/2	1	1-1/4	1-1/4-1/2	1/2	320	2			
114	159100	64	10	100	3/4	11	44	102	5/8	25	1/2	1	1-1/4	1-1/4-1/2	1/2	345	2			
120	177270	67	10	105	3/4	11	46	107	5/8	26	1/2	1	1-1/4	1-1/4-1/2	1/2	365	2			
126	200000	70	10	110	3/4	11	48	112	5/8	28	1/2	1	1-1/4	1-1/4-1/2	1/2	385	2			
132	227270	73	10	116	3/4	11	51	118	5/8	29	1/2	1	1-1/4	1-1/4-1/2	1/2	410	2			
138	245450	76	10	121	3/4	11	53	123	5/8	30	1/2	1	1-1/4	1-1/4-1/2	1/2	430	2			
144	263600	79	10	126	3/4	11	55	128	5/8	32	1/2	1	1-1/4	1-1/4-1/2	1/2	455	2			

Ilustración 86: Soporte para recipientes horizontales - Diámetros mayores a 24in (Estrada)



C. Construcción de orejas de izaje:

Las orejas de izaje son elementos de sujeción del tanque. Su principal función es dar los puntos de apoyo para que el tanque pueda ser elevado y de esta manera transportarlo hacia el sitio donde va operar. Las orejas de izaje son por lo general dos placas con orificios que se sueldan al tanque para sujetarse al cuerpo cilíndrico del mismo. Para determinar el diseño, es conveniente verificar que el espesor del recipiente será suficiente para soportar las fuerzas aplicadas en la oreja de izaje. Por esa razón, se calcula a partir del peso del recipiente, el espesor mínimo requerido en el cuerpo o en la placa de respaldo de la oreja, esta relación está dada por la ecuación:

$$t_c = \frac{W}{S \times (C + t_o) \times 2}$$

Siendo:

- t_c el espesor mínimo requerido en la oreja de izaje

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 174 de 268

- W es el peso del equipo vacío (**173, 22Kg**)
- S es el esfuerzo a la tensión del material de la oreja (acero A285, 1183,87atm)
- C = Longitud mostrada en la Ilustración 76.
- to = Espesor de la oreja de izaje

Los materiales utilizados para la construcción de piezas soldadas para recipientes a presión deberán cumplir con las especificaciones dadas en la Sección II del código ASME VIII. El material elegido debe tener entre sus características una tensión máxima admisible capaz de soportar el peso del recipiente en su traslado. Además de tratarse de un material que permita el espesor calculado, y un costo considerable.

El Material elegido para la construcción de las partes externas del recipiente, se trata de acero al carbono A-283 C con una tensión máxima admisible de 30000 psi según ASME Sección II.

El separador contara con dos orejas de izaje de acuerdo con el peso del recipiente. Se calcula el espesor de la oreja de izaje, según la ecuación:

$$\tau_o = \frac{W}{S \times D}$$

Donde W: es el peso del equipo vacío (lb)

D: Longitud tabulada a partir del peso del recipiente vacío (Ilustración 79, in)

S: tensión máxima admisible del material (psi)

$$\tau_o = \frac{381,85Lb}{30000psi \times 24,37in}$$

$$\tau_o = 0,00055in = 0,018mm$$



D. Boquillas del recipiente

Todos los recipientes a presión deberán estar provistos de boquillas y conexiones de entrada y salida del producto, válvula de seguridad, entrada de hombre, venteo, etc;

Los tipos de bridas para recipientes horizontales a presión son:

- Boquillas reforzadas
- Boquillas forjadas

Según bibliografía (Campbell Volumen 2 Capítulo 11), las boquillas deben tener un tamaño tal que minimice la erosión/corrosión, la caída de presión, el arrastre, etc. Las siguientes ecuaciones se pueden usar para estimar los tamaños de las boquillas (Ilustración 63):

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 175 de 268

La estimación del diámetro de las boquillas se realiza según la fase de los fluidos a transportar. En este caso, tenemos vapor de agua que ingresa por coraza y agua de proceso que ingresa por tubos.

Se calculan los términos V_i , V_g y V_l para ser comparados con las expresiones correspondientes.

Tabla 45. Dimensionamiento para boquilla de entrada a separador

VARIABLE	VALOR	UNIDAD
ENTRADA BIFASICA	VERIFICA	
Diámetro	6	in
Schedule	40	SCH
Diámetro interno	154,08	mm
Area de cañería	0,019	m ²
Flujo masico gas	0	Kg/h
Flujo masico líquido	1604	Kg/h
Flujo masico total	1605	Kg/h
Fracción másica de gas	0,000	
Desidad mezcla	974	Kg/m ³
Caudal volumetrico total	40	m ³ /d
Velocidad en la boca	0,02	m/s
Velocidad máxima	1,92	m/s
Máximo caudal de entrada	125672	Kg/h
Maximo gas de entrada	647	Sm ³ /d
Maximo líquido entrada	2914	m ³ /d

Para el dimensionamiento de brida de salida de líquido, se tiene:

Tabla 46: Dimensionamiento para boquillas - Salida de líquido

SALIDA DE LÍQUIDO	VERIFICA	
Diámetro	3	in
Schedule	40	SCH
Diámetro interno	77,9	mm
Área líquida	0,005	m ²
Velocidad máxima	0,23	m/s
Máximo caudal de liquido	93	m ³ /d

Para la salida de gas, se tendrán los siguientes valores:



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 176 de 268

Tabla 47: Dimensionamiento de boquillas - salida de gas

SALIDA DE GAS	VERIFICA	
Diámetro	3	in
Schedule	40	SCH
Diámetro interno	77,9	mm
Área de cañería de gas	0,005	m ²
Velocidad en la boca	0,03	m/s
Velocidad máxima	27,79	m/s
Máximo caudal de gas @ OP	11444	m ³ /d
Máximo caudal de gas @ STD	40182	Sm ³ /d

E. Boca de Hombre

Se instalará una boca de hombre en el recipiente para inspección y mantenimiento de este. Según la norma el diámetro mínimo para las bocas de hombre es de 16 in, se recomienda para recipientes horizontales con un diámetro mayor de 1 m, un diámetro de 20 in para recipientes sin internos y de 24 in para recipientes con internos.



La boca de hombre para el V-100 será de 16 in, debido al tamaño del recipiente.

Los recipientes horizontales sin revestimiento interior deben tener un acceso lateral a la altura del eje del recipiente. A no ser que se especifique otra cosa, las tapas de estas tubuladuras estarán provistas de bisagras para facilitar su apertura. La boca de hombre será construida con una brida de cuello soldable según la norma ASME B16.5 y una brida ciega la cual funcionará como tapa.

El separador V-100, contará con las siguientes boquillas o aberturas:

Tabla 48: Boquillas de separador V-100

Ítem	Conexión	Diámetro (in)
N1	Entrada a equipo (proceso)	6
N2	Salida de equipo (gas)	3
N3	Salida de equipo (líquido)	3
M	Conexión para psv	2
L	Indicador de presión	3/4
D	Indicador de nivel	3/4
E	Drenaje	1/2
K	Boca de hombre	16

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 177 de 268

El código ASME, detalla en su capítulo UG-36, de sección VIII, división 1 explica que los recipientes cuyas boquillas estén por debajo de 3 in, no requerirán de un refuerzo adicional. En líneas generales, el recipiente debe reforzarse con una cantidad de metal igual a la cantidad de metal que se quitó para hacer la abertura. Este refuerzo puede formar parte de la boquilla, en forma integral, o ser un parche adicional. Los métodos de cálculo de requerimientos de refuerzos de boquillas consisten en una serie de estudios de presiones y cargas ejercidas sobre las mismas acompañados de un estudio analítico detallado de software desarrollado para tal fin que tienen como base la norma ASME.

F. Selección de tipos de bridas para boquillas

Para la determinación de la proyección requerida por norma, se revisa la Ilustración donde se muestra una tabla de proyecciones mínimas recomendadas para boquillas.

El cono largo suministra un refuerzo importante a la brida desde el punto de vista de resistencia. Son recomendadas para servicios severos, sea por alta temperatura, o como en el caso del V-100, altas presiones, para recipientes que manipulen líquidos inflamables, corrosivos o tóxicos, o en aquellos servicios donde las fugas de cualquier tipo deben mantenerse al mínimo. Además, la soldadura entre la brida WN y la cañería, permite ser inspeccionada por métodos radiográficos o ultrasónicos.

Estos ensayos de inspección de soldaduras solo pueden realizados en este tipo de bridas y no en las otras, lo que da a las bridas WN mayor confiabilidad y seguridad en su uso. La soldadura entre la brida y la tubería tiene una buena resistencia a la fatiga y no induce puntos locales de stress.



Según TUBACERO y de acuerdo con las condiciones de operación, se determina que la clase a utilizar para las bridas seleccionadas es de clase 150. Las dimensiones para este tipo de brida se detallan en la siguiente ilustración ingresando con los diámetros nominales calculados previamente.

Para los espárragos, se consultó a norma ASME B16.5 pág. 183 donde se especifica el diámetro y longitud de estos. **Para este equipo, se tiene espárragos de 5/8 in para el diámetro nominal de 3 in con una longitud de 3 3/4 in. Para el diámetro nominal de 6 in, se deberán utilizar espárragos de 3/4 in de diámetro y una longitud de 4,75in.**

La cantidad a espárragos a utilizar según las Ilustraciones especificadas anteriormente es de 8 para 6in y 4 para brida de 3 in (diámetros nominales previamente calculados).

Las dimensiones de las bridas se toman de, la tabla de bridas de ASME B16.5, las cuales se encuentran agrupadas por clase según la presión de trabajo.



Se escoge la clase #150 debido a que la presión de diseño es 2,58 atm.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 178 de 268

Para la revisión de planos constructivos, ver [ANEXO F.](#)

Bibliografía

- i. Snow–McGregor, K., <http://www.jmcampbell.com/tip-of-the-month/2014/12/troubleshooting-gas-liquid-separators-removal-of-liquids-from-the-gas/>
- ii. Bothamley, M., “Gas-Liquid Separators – Quantifying Separation Performance Part 1,” *SPE Oil and Gas Facilities*, pp. 22 – 29, Aug. 2013.
- iii. Bothamley, M., “Gas-Liquid Separators – Quantifying Separation Performance Part 2,” *SPE Oil and Gas Facilities*, pp. 35 – 47, Oct. 2013.
- iv. Bothamley, M., “Gas-Liquid Separators – Quantifying Separation Performance Part 3,” *SPE Oil and Gas Facilities*, pp. 34 – 47, Dec. 2013.
- v. Campbell, J.M., Gas Conditioning and Processing, Volume 2: The Equipment Modules, 9th Edition, 2nd Printing, Editors Hubbard, R. and Snow–McGregor, K., **Campbell** Petroleum Series, Norman, Oklahoma, 2014.
- vi. Souders, M. and Brown, G. G., “Design of Fractionating Columns-Entrainment and Capacity,” *Industrial and Engineering Chemistry*, Volume 26, Issue 1, p 98-103, 1934.
- vii. American Petroleum Institute, 12J, Specification for Oil and Gas Separators, 8th Edition, October, 2008.
- viii. PF-49, *Troubleshooting Oil and Gas Processing Facilities*, Bothamley, M., 2014, © PetroSkills, LLC. All Rights reserved.
- ix. Fabian, P., Cusack, R., Hennessey, P., Neuman, M., “Demystifying the Selection of Mist Eliminators, Part 1: The Basics,” *Chem Eng* 11 (11), pp. 148 – 156, 1993.
- x. <https://www.jmcampbell.com/tip-of-the-month/spanish/?p=1487>
- xi. <https://www.tubacero.com.uy/pdf/Tabla%20de%20Clases.pdf>
- xii. ASME 16.5

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 179 de 268

10. Hojas de Dato

Se entiende por hoja de datos, o datasheet, como un documento que resume las características principales de diseño de un equipo industrial, con el grado de detalle necesario para fabricar dicho equipo. Siguiendo esa línea, las hojas de datos elaboradas para el presente proyecto están compuestas por las siguientes secciones:

- a. **Encabezado:** contiene el nombre del equipo, la nomenclatura utilizada en planos, los responsables del diseño, el nombre del proyecto, el área y la fecha.
- b. **Datos generales:** presenta la denominación del equipo y los productos manipulados o la finalidad del mismo.
- c. **Requisitos de diseño:** señala las exigencias que debe cumplimentar el equipo diseñado.
- d. **Datos de diseño:** especifica las características estructurales que tendrá el equipo una vez construido.
- e. **Conexiones:** indica los diámetros de las cañerías de ingreso y egreso al equipo, las cuales se encuentran identificadas en el esquema del equipo.
- f. **Esquema del equipo:** contiene un gráfico representativo del equipo diseñado, en la cual se indican las corrientes de entrada y salida al mismo.
- g. **Observaciones:** área dejada intencionalmente en blanco para agregar avisos, advertencias, aclaraciones, etc., que se consideren pertinentes.
- h. **Secciones adicionales:** cada equipo puede poseer algún apartado adicional a los nombrados anteriormente, que faciliten la interpretación y diseño de la unidad.



Los puntos más importantes, son el 2 y 3, requisitos de diseño y los datos de diseño.

El primero de ellos presenta valores que fueron obtenidos de la simulación descrita en el Capítulo 5; y determina las condiciones mínimas que debe tener el equipo para poder cumplir con la función para la que fue prevista en el proceso. De igual manera, la información que se encuentra en los datos de diseño ha sido obtenida a través de catálogos industriales, y corresponde a equipos capaces de cumplir con las condiciones demandadas en los requisitos de diseño.



Las hojas de dato diseñadas para este proyecto podrán encontrarse en [ANEXO E](#).

Bibliografía Utilizada

- Boiler and Pressure Vessel Code, Section 8, Division 1. New York: American Society of Mechanical Engineers, 1992.--560p. ASME Boiler and Pressure Vessel Code
- MATERIALS, Section 2, Part D. New York: American Society of Mechanical Engineers, 2015.--1032p. ASME B16.5 Pipe Flanges and Flanged Fittings 2003
- <http://www.centroacero.com.ec/planchas.html>
<https://www.metalvin.com/inoxidable/chapa-acero-inoxidable/>
<http://www.conrexsteel.com/conventional-tank-heads.html>

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 180 de 268

- <http://www.simat.com.ar/acc-casquetesemieliptico-asmeb16.htm>
- <http://www.stocohnos.com.ar/semieliptico.html>
- Estrada, J. M. (s.f.). Diseño y cálculo de recipientes a presión. Hall, S. (2012). Rules of Thumb for Chemical Engineers. Elsevier. Moss, D. R. (s.f.). Pressure Vessel Design Manual. Elsevier. H.SCOTT FLOGLER 4TA ED,(2006)
- Elementos de Ingeniería de Las Reacciones Químicas Donald Q.Kern;(1999)
- Procesos de Transferencia de Calor Eduardo Cao, (2004). Transferencia de Calor en Ingeniería de Procesos Impacto Ambiental

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 181 de 268

11. Evaluación de impacto Ambiental

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es el procedimiento obligatorio que permite identificar, predecir, evaluar y mitigar los potenciales impactos que un proyecto de obra o actividad puede causar al ambiente en el corto, mediano y largo plazo; siendo un instrumento que se aplica previamente a la toma de decisión sobre la ejecución de un proyecto.

Se trata de un procedimiento técnico-administrativo con carácter preventivo, previsto en la Ley n.º 25675 —la Ley General del Ambiente—, que permite una toma de decisión informada por parte de la autoridad ambiental competente respecto de la viabilidad ambiental de un proyecto y su gestión ambiental. La autoridad se expide a través de una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o Certificado de Aptitud Ambiental (CAA) según la norma particular de cada jurisdicción. Estos documentos son conocidos como “licencia ambiental” en la mayoría de los países.



Los principales objetivos de la EIA son:

- Determinar la viabilidad ambiental de un proyecto para la toma de una decisión informada,
- Promover la transparencia y la participación pública en el proceso de planificación y toma de decisiones, y
- Propiciar la prevención y adecuada gestión de los potenciales impactos ambientales y sociales asociados a determinados proyectos.

En función de la complejidad del estudio ambiental que se vaya a realizar, pueden distinguirse tres tipos de análisis:

- **Informe de Impacto Ambiental:** se aplica a proyectos a los que, en principio, se supone un impacto bajo. Consiste en una serie de consideraciones ambientales y las correspondientes medidas correctivas adoptadas según los casos. Se identificarán los impactos más importantes con descripciones cualitativas, y su propósito será el de servir como indicador de la incidencia ambiental que el proyecto ocasione.
- **Evaluación Simplificada de Impacto Ambiental:** se aplica a proyectos a los que, en primera instancia, se supone impacto medio. Consiste en la identificación, caracterización y valoración cualitativa del impacto, utilizando estimaciones representadas en escalas de puntuación. Si este análisis no proporciona el suficiente grado de conocimiento para decidir sobre la aceptación, modificación o rechazo del proyecto, se pasará al siguiente nivel.
- **Evaluación Detallada de Impacto Ambiental:** se aplica a proyectos que, en principio, se supone de impacto grande. Contiene una valoración cuantitativa de los impactos (tanto en importancia como en magnitud)

Considerando que el crecimiento de las actividades industriales y de sus servicios asociados en la Provincia del Neuquén, así como la proyección de crecimiento continuo y sostenido, torna

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 182 de 268

necesario definir y ampliar medidas capaces de identificar eventuales riesgos y prevenir afectaciones al ambiente; Que se debe considerar, para definir la estrategia de tratamiento y disposición final de residuos especiales, lo establecido por los principios de prevención, de control integrado de la contaminación y de proximidad, derivados de la Ley General del Ambiente N° 25675 y de la Ley N° 23922 de Presupuestos Mínimos Ambientales; Que en virtud del tiempo transcurrido desde la Reglamentación de la Ley 1875, de los avances nacionales e internacionales en materia de tratamiento y disposición final de residuos especiales y de la planificación estratégica de la Provincia, es necesaria su actualización; Que el Anexo VIII del Decreto Reglamentario 2656/99 establece las “Normas para el Manejo de los Residuos Especiales”; Que es imprescindible seguir profundizando medidas que garanticen que la gestión de los residuos especiales no afecte el ambiente; Que el Poder Ejecutivo Provincial se encuentra facultado para el dictado de la presente norma legal; Que han tomado intervención Asesoría General de Gobierno y la Fiscalía de Estado, a tenor de lo dispuesto en el Art. 89 de la Ley N° 1284.

Por ello; el gobernador de la provincia del Neuquén decreta artículos que ayudan a elaborar el correspondiente estudio.

11.1 Recursos demandados. Tipos y cuantificación.



Considerando las tres etapas: Construcción, operación y abandono se presenta una caracterización de las materias primas, insumos y suministros, bajo condiciones normales de operación:

Tabla 49: Caracterización de materia prima utilizada en el presente

Materia prima	Etapas del Proyecto	Consumo estimado	Unidad de medida
Orujo de uva	Operación	7204	Kg/h
Agua	Operación	578,015	m3/h
Vapor	Operación	612,917	m3/h

Tabla 50: Caracterización de insumos y suministros

Insumos	Etapas del proyecto	Consumo estimado	Unidad de medida
Agua para consumo de obra	Construcción	N/D	---

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 183 de 268

Energía eléctrica	Construcción	118850,443	Kw/año
Agua para consumo humano	Construcción	1,97	m3/día
Agua de proceso (enfriamiento)	Proceso	578,015	m3/h
Solución de H2SO4 (98%p/p)	Proceso	90,07	Kg/h
Solución de NaOH	Proceso	57,18	Kg/h
Energía eléctrica	Proceso	3,30E+01	Kwh/día
Levadura	Proceso	497,94	Kg/h
Agua industrial	Abandono	N/D	N/D
Agua para consumo humano	Abandono	1,97	m3/día
Energía eléctrica	Abandono	3,30E+01	Kwh/día



11.2 Efluentes del proyecto

Considerando las tres etapas: Construcción, operación y abandono se describen las emisiones del presente proyecto.

A. Emisiones

Tabla 51: Emisiones del proyecto

Compuesto	Etapas de proyecto	Emisión estimada	Unidad de medida	Observaciones
CO2	Fuentes de combustión	1166,823	Kg/h	Gases emitidos por vehículos y dentro del proceso.
CO	Gas de escape de los vehículos; procesos industriales	-	-	Gas emitido en el proceso y/o combustión

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 184 de 268

B. Vertidos

Tabla 52: Vertidos de proyecto

IDENTIFICACIÓN DE LA FUENTE DE DESCARGA	ETAPA DEL PROYECTO	VOLUMEN ESTIMADO DE DESCARGA	UNIDAD DE MEDIDA	DESTINO DEL EFLUENTE
Vinazas	Proceso	2031,909	Kg/h	Planta de tratamiento de efluente
Vertido cloacal	Construcción	N/D	---	Baños químicos

C. Residuos

Tabla 53: Residuos de proyecto



IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS	ETAPA DEL PROYECTO	CANTIDAD ESTIMADA	UNIDAD DE MEDIDA	DESTINO DE LOS RESIDUOS GENERADOS
Residuos urbanos	Operación	3kg por persona	diaria	Basurero municipal
Residuos industriales	Operación/abandono	---	---	Planta de tratamiento
Residuos de construcción	construcción	---	diaria	Según municipio

11.3 Identificación de impactos y Valoración de Impactos

A continuación, se identifican los impactos a partir del análisis de la interacción entre las acciones del proyecto y los factores y subfactores del entorno en las tres fases a través de un árbol de acciones.

Tabla 54: Árbol de acciones

ÁRBOL DE ACCIONES			
PROYECTO	Fases	Elementos	Acciones
			Movimiento de suelos
		Obrador	instalación de trailers generación de vertidos cloacales generación de residuos urbanos demanda de mano de obra excavaciones

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 185 de 268

	Construcción	Obra civil y montaje	emisión de ruidos y vibraciones
			tránsito de vehículos y maquinarias
			tendido eléctrico
			tendido de ductos
			realización de canaletas y recintos de tanques de proceso
			realización de bases
			construcción de oficinas, laboratorios, talleres, etc.
			instalación de equipos y líneas de proceso
			instalación de controladores del proceso
			realización de playa de estacionamiento de vehículos, camiones de carga-descarga
	Operación	Planta	almacenamiento de materias primas
			almacenamiento de productos
vertido de efluentes			
emisión de ruidos			
carga y descarga de camiones			
emisión de gases (CO, CO2, Nox, etc)			
Operación	Instalaciones auxiliares	producción de residuos industriales	
		demanda de mano de obra	
Abandono	Planta	residuos sólidos (urbanos-proceso)	
		producción de efluentes cloacales	
		despidos	
		generación de residuos por desmantelamiento	
			reacondicionamiento del suelo y/o terreno
			recolección y transporte de los residuos generados



En el árbol de acciones se describen todas las acciones causadas por la ejecución del proyecto en sus tres fases.

11.1.1 Factores afectados

En la tabla siguiente se marcan los factores que se consideran serán afectados en todas las fases y una breve descripción del tipo de afectación.

Tabla 55: Factores afectados por nuestro proyecto.

Factores para considerar	Fases			Descripción somera de la afectación
	Construcción	Operación	Abandono	
Aire	---	✓	---	Calidad del aire, confort sonoro



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 186 de 268

Suelo	✓	✓	---	Cambio del relieve y carácter topográfico de la zona, uso industrial, realización de caminos, sendas o atajos.
Hidrología Subterránea	✓	✓	---	Posible riesgo de filtración hacia las napas
Paisaje	✓	✓	✓	Afectación del paisaje intrínseco durante etapa de construcción y reacondicionamiento del mismo durante el abandono.
Usos del suelo	✓	---	✓	Uso del suelo rustico del lugar para uso industrial.
Población	✓	✓	✓	Aceptabilidad social del proyecto
Recursos humanos	✓	✓	✓	Contrataciones durante las etapas de construcción y proceso y etapa de despidos durante el abandono de la planta.
Economía	✓	✓	✓	Aumento per cápita local.
Infraestructura	✓	✓	---	Servicios e instalaciones que se requieran.
Equipamientos	✓	✓	---	Transporte y comunicaciones.

11.1.2 Identificación de impactos

Las acciones que el proyecto puede generar sobre el medio son las causas que provocan los impactos, estas pueden ser agrupadas de dos formas:

- a. Acciones operativas: son aquellas que la actividad produce por el solo hecho de su concepción, construcción, operación y abandono.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 187 de 268

- b. Acciones accidentales o de contingencias: son todo hecho o acción, de origen natural o humano, cuya ocurrencia involucra un riesgo potencial. Son aquellas que se producen como consecuencia de una emergencia, es decir lo que acontece cuando, de una circunstancia o combinación de circunstancias, surge un fenómeno inesperado de índole accidental, que debe ser controlado a fin de evitar daños, lo que se denomina Contingencia.



En la tabla siguiente se describen los impactos Operativos y por Contingencias en las tres fases que actúan sobre cada factor.

Tabla 56: Identificación de impactos - fases de construcción.

Fase: Construcción		
Impactos Negativos		
Factores Afectados	Nº	Operativos
Aire	1	Afectación de la calidad del aire debido a las emanaciones de gases provenientes de los vehículos y/o maquinarias
Aire	2	Afectación del aire por emisión de polvos y gases combustibles
Aire	3	Afectación del confort debido al movimiento de vehículos y maquinarias
Paisajes	4	Afectación del paisaje intrínseco o autóctono
Factores Afectados	Nº	Por Contingencias
Suelo	1	Afectación del suelo por contaminación debido al vertido eventual de residuos
Suelo	2	Afectación del suelo debido al vertido de lubricantes o combustibles de maquinarias, vehículos, etc.
Recursos Humanos	3	Afectación del recurso humano disponible debido a eventuales accidentes debido a mano de obra, operación y tránsito de vehículos y/o maquinarias.
Impactos Positivos		
Factores Afectados	Nº	Operativos
Economía	1	Contratación de mano de obra.
Economía	2	Demanda de bienes y servicios a nivel local-provincial.

Tabla 57: Identificación de impactos - fase de operación



Fase: Operación

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 188 de 268

Impactos Negativos		
Factores Afectados	Nº	Operativos
Aire	1	Afectación de la calidad del aire debido a las emanaciones de gases provenientes de los vehículos y/o maquinarias
Aire	2	Afectación del aire por emisión de gases de antorcha
Aire	3	Afectación del confort debido al movimiento de vehículos-maquinarias y de equipos del proceso
Paisajes	4	Afectación del paisaje intrínseco o autóctono
Factores Afectados	Nº	Por Contingencias
Suelo	1	Afectación del suelo por contaminación debido al vertido de efluentes de alta carga orgánica (vinazas)
Suelo	2	Afectación del suelo debido al vertido de lubricantes o combustibles de maquinarias, vehículos, etc.
Recursos humanos	3	Afectación del recurso humano disponible debido a eventuales accidentes debido a tránsito de vehículos
Recursos humanos	4	Afectación del recurso humano disponible debido a eventuales accidentes debido a la manipulación y contacto con equipos del proceso
Proceso	5	Riesgo de ruptura de tanques de almacenamiento de insumos
Proceso	6	Riesgo de accidentes por rotura de líneas del proceso
Proceso	7	Riesgo de incendios
Proceso	8	Riesgo de accidentes operativos (sobrepresión, temperaturas no óptimas, etc.)
Impactos Positivos		
Factores Afectados	Nº	Operativos
Economía	1	Contratación de mano de obra.
Economía	2	Demanda de bienes y servicios a nivel local-provincial.

Tabla 58: Identificación de impactos - fases de Abandono.

Fase: Abandono		
Impactos Negativos		
Factores Afectados	Nº	Operativos
Suelo	1	Afectación de la calidad del suelo debido a acumulación de residuos de abandono

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 189 de 268

Economía	2	Pérdida de ingresos
Economía	3	Finalización de demanda y producción de productos-insumos.
Factores Afectados	Nº	Por Contingencias
Suelo	1	Afectación del suelo por contaminación debido al vertido de efluentes de alta carga orgánica (vinazas)
Suelo	2	Afectación del suelo debido al vertido de lubricantes o combustibles de maquinarias, vehículos, etc.
Recursos Humanos	3	Afectación del recurso humano disponible debido a eventuales accidentes debido a mano de obra, operación y tránsito de vehículos y/o maquinarias.
Impactos Positivos		
Factores Afectados	Nº	Operativos
Paisaje	1	Reacondicionamiento del paisaje intrínseco
Paisaje	2	Demanda de bienes y servicios a nivel local-provincial.

11.1.3 Valoración de los impactos operativos

La valoración se realiza considerando la Importancia del Impacto, es decir la categoría del efecto de una acción sobre un determinado factor afectado de acuerdo con lo estipulado por la Resolución 25/04 de la Secretaría de Energía de la Nación.

11.3.3.1 Cálculo de la Importancia

Para el cálculo de la Importancia se han tomado solamente los impactos negativos por ser ellos los que gravitaran sobre la viabilidad ambiental del proyecto. La expresión adoptada es la correspondiente a la metodología propuesta por Vicente Conesa Fernández – Vítora y adoptada por la Resolución 25/04.



$$\text{Importancia} = \pm [3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC] \quad (1)$$

Dónde:

- I = Intensidad EX = Extensión MO = Momento
- PE = Persistencia RV = Reversibilidad SI = Sinergia
- AC = Acumulación EF = Efecto
- PR = Periodicidad
- MC = Recuperabilidad

Tabla 59: Criterios de valoración.



Intensidad

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 190 de 268



Grado de perturbación que imponen la acción del proyecto al valor ambiental asignado al factor.	
Extensión	
Puntual	Cuando la acción impactante produce una alteración muy localizada en el entorno considerado.
Parcial	Cuando la acción impactante produce una alteración apreciable en el entorno considerado.
Extenso	Cuando la acción impactante produce una alteración en una gran parte del entorno considerado.
Total	Cuando la acción impactante produce una alteración generalizada en el entorno considerado.
Momento	
Largo Plazo	> 5 años
Medio Plazo	1 – 5 años
Inmediato	< 1 año
Crítico	Circunstancia crítica
Persistencia	
Tiempo de permanencia del efecto desde su aparición hasta su posible desaparición.	
Fugaz	< 1 año
Temporal	1 – 10 años
Permanente	> 10 años
Reversibilidad	
La capacidad que tiene el factor afectado de revertir el efecto por medios naturales.	
Corto Plazo	< 1 año
Medio Plazo	1 – 10 años
Irreversible	> 10 años
Recuperabilidad	
La posibilidad de revertir el efecto por medio de la intervención humana.	
Corto Plazo	< 1 año
Medio Plazo	1 – 10 años
Irreversible	> 10 años

Tabla 60: Valoración de impactos – fase construcción.

Fase: Construcción	
Cálculo de la Importancia	
	Impactos
	Operativos

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA			Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas							
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 191 de 268	



Atributo	Carácter	Valor	Peso	1	2	3	4								
Signo	Beneficioso	(+)		(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
	Perjudicial	(-)													
	Media	2													
	Alta	4													
	Muy alta	8													
	Total	12													
Extensión	Puntual	1													
	Parcial	2													
	Extenso	4	2	1	1	2	2								
	Total	8													
	Crítica	(+ 4)													
Momento	Largo plazo	1													
	Medio plazo	2	1	1	1	1	4								
	Inmediato	4													
	Crítico	(+ 4)													
Persistencia	Fugaz	1													
	Temporal	2	1	4	2	1	4								
	Permanente	4													
Reversibilidad	Corto plazo	1													
	Medio plazo	2	1	2	2	1	2								
	Irreversible	4													
Sinergia	Sin sinergismo	1													
	Sinérgico	2	1	1	1	1	1								
	Muy sinérgico	4													
Acumulación	Simple	1													
	Acumulativo	4	1	4	4	4	4								
Efecto	Indirecto	1													
	Directo	4	1	4	4	4	4								
Periodicidad	Irregular o periódico	1													
	Periódico	2	1	2	2	2	1								
	Continuo	4													
	Recuperación inmediata	1													

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA			Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra		PV BIOET 	
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas								
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 192 de 268		

Recuperabilidad	Recuperable medio plazo	2	1	1	1	1	1								
	Mitigable	4													
	Irrecuperable	8													
IMPORTANCIA			27	22	31	35									

Tabla 61 : Valoración de impactos – fase operación



Atributo	Carácter	Valor	Peso	1	2	3	4							
Signo	Beneficioso	(+)		(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
	Perjudicial	(-)												
Intensidad	Baja	1	3											
	Media	2		2	2	4	4							
	Alta	4												
	Muy alta	8												
	Total	12												
Extensión	Puntual	1	2											
	Parcial	2		4	2	1	1							
	Extenso	4												
	Total	8												
	Crítica	(+ 4)												
Momento	Largo plazo	1	1											
	Medio plazo	2		2	4	4	4							
	Inmediato	4												
	Crítico	(+ 4)												
Persistencia	Fugaz	1	1											
	Temporal	2		2	4	2	2							
	Permanente	4												
Reversibilidad	Corto plazo	1	1											
	Medio plazo	2		2	2	1	2							
	Irreversible	4												
Sinergia	Sin sinergismo	1	1											
	Sinérgico	2		1	1	1	1							

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA			Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra			PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas										
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 193 de 268				

	Muy sinérgico	4												
Acumulación	Simple	1	1	4	4	4	1							
	Acumulativo	4												
Efecto	Indirecto	1	1	4	4	4	4							
	Directo	4												
Periodicidad	Irregular o periódico	1	1	2	2	1	1							
	Periódico	2												
	Continuo	4												
Recuperabilidad	Recuperación inmediata	1	1	2	2	1	2							
	Recuperable medio plazo	2												
	Mitigable	4												
	Irrecuperable	8												
IMPORTANCIA				33	33	32	31							

Tabla 62: Valoración de impactos – fase abandono.

Fase: Abandono														
Cálculo de la Importancia														
				Impactos										
				Operativos										
Atributo	Carácter	Valor	Peso	1	2	3								
Signo	Beneficioso	(+)		(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
	Perjudicial	(-)												
Intensidad	Baja	1	3	4	1	4								
	Media	2												
	Alta	4												
	Muy alta	8												
	Total	12												
Extensión	Puntual	1	2	1	1	4								
	Parcial	2												
	Extenso	4												
	Total	8												

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA			Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra		PV BIOET 	
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas								
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 194 de 268		



	Crítica	(+ 4)																				
Momento	Largo plazo	1	1	2	2	4																
	Medio plazo	2																				
	Inmediato	4																				
	Crítico	(+ 4)																				
Persistencia	Fugaz	1	1	2	1	2																
	Temporal	2																				
	Permanente	4																				
Reversibilidad	Corto plazo	1	1	2	1	4																
	Medio plazo	2																				
	Irreversible	4																				
Sinergia	Sin sinergismo	1	1	1	1	1																
	Sinérgico	2																				
	Muy sinérgico	4																				
Acumulación	Simple	1	1	4	1	4																
	Acumulativo	4																				
Efecto	Indirecto	1	1	4	4	4																
	Directo	4																				
Periodicidad	Irregular o periódico	1	1	1	1	1																
	Periódico	2																				
	Continuo	4																				
Recuperabilidad	Recuperación inmediata	1	1	4	1	2																
	Recuperable medio plazo	2																				
	Mitigable	4																				
	Irrecuperable	8																				
IMPORTANCIA				34	17	42																

11.3.4 Impactos por Contingencias

Al considerar las acciones por contingencias estas se evaluarán a través de la Estimación del Riesgo.

11.3.4.1 Estimación de los riesgos

La Estimación del Riesgo, por causa de los impactos por contingencias se evalúa de la siguiente manera:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 195 de 268

Estimación de Riesgo (ER) = Amenaza (A) x Vulnerabilidad (V)

A. Amenaza (A)

$$\text{Amenaza (A)} = \text{Control (C)} + \text{Ocurrencia (O)}$$

- Control (C): Se obtiene a partir de las consideraciones expresadas en la siguiente tabla.

Tabla 63: Valoración de control.

Control	Valor
No controlado	5
Parcialmente controlado	3
Controlado	1



Se considera **No controlado** cuando no existen:

- Legislación nacional y/o provincial y/o municipal
- Reglamentación nacional y/o provincial y/o municipal
- Procedimientos
- Instrucciones técnicas
- Planes de contingencia
- Protección o barreras físicas
- Monitoreos
- Programas de mantenimiento que permitan prevenir o evitar la ocurrencia de un determinado evento.

Se considera **Parcialmente controlado** cuando existen:

- Legislación nacional y/o provincial y/o municipal
- Reglamentación nacional y/o provincial y/o municipal
- Procedimientos
- Instrucciones técnicas
- Planes de contingencia
- Protección o barreras físicas
- Monitoreos
- Programas de mantenimiento que permitan prevenir o evitar la ocurrencia de un determinado evento, pero no son suficientes para evitar que se produzca el impacto ambiental.

Se considera **Aspecto controlado** cuando existen:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 196 de 268

- Legislación nacional y/o provincial y/o municipal
 - Reglamentación nacional y/o provincial y/o municipal
 - Procedimientos
 - Instrucciones técnicas
 - Planes de contingencia
 - Protección o barreras físicas
 - Monitoreos
 - Programas de mantenimiento que permitan prevenir o evitar la ocurrencia de un determinado evento y las mismas son efectivas para un control total del impacto medioambiental.
- Ocurrencia (O): Se estima, considerando el periodo de tiempo de duración de la operación. De acuerdo a la ocurrencia se le asigna los valores descriptos en la siguiente tabla.

Tabla 64: Valoración de ocurrencias.

Ocurrencia	Valor
Muy Frecuente	4
Frecuente	3
Poco Frecuente	2
Ocasional	1



B. Vulnerabilidad (V)

$$\text{Vulnerabilidad (V)} = \text{Factor afectado (Fr)} + \text{Magnitud (M)}$$

- Factor afectado: El valor se obtiene de acuerdo a las características presentadas en la siguiente tabla.

Tabla 65: Factores afectados

Factor afectado	Valor
1. Aire:	
2. Agua:	
2.1. Superficial	
2.2. Recarga de acuíferos	
2.3. Cauces aluvionales	
2.4. Napa de agua dulce	
3. Procesos	
4. Suelo:	
4.1. Con actividades agrícolas/ganaderas de magnitud	
5. Vegetación:	

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 197 de 268

5.1. Especies vegetales protegidas y/o singulares 6. Fauna: 6.1. Especies protegidas 6.2. Puntos de paso o rutas migratorias 7. Ecosistemas especiales 8. Socioeconómico: 8.1. Población: 8.2. Recursos Humanos 9. Infraestructura y núcleos: 9.1. Asentamientos urbanos	10
1. Paisaje 2. Áreas protegidas Patrimonio cultural	8
1. Suelo: 1.1. Con actividades ganaderas y/o agrícolas de escasa magnitud Recreativo	7
1. Suelo: 1.1. No comprendidos en los puntos anteriores 2. Vegetación: 2.1. No comprendidos en los puntos anteriores 3. Fauna: 3.1. No comprendidos en los puntos anteriores 4. Infraestructura	6
1. Agua: 1.1. Napa con alto contenido salino. 2. Suelo: 2.1. Sin actividades agrícolas / ganaderas 2.2. Extractivo	3

- **Magnitud:** En referencia a la extensión del daño sobre el factor afectado.

Tabla 66: Referencia de magnitudes en daños

Magnitud	Valor
Muy Alta	10
Alta	7
Media	5
Baja	3
Despreciable	1

En la siguiente tabla se desarrolla el cálculo de la estimación de los riesgos.







 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra		PV BIOET 	
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas							
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 198 de 268	

Tabla 67: Estimación de riesgos

Estimación de los Riesgos									
Fases	Impactos por Contingencias	Factores Afectados	Amenaza			Vulnerabilidad			Estimación del Riesgo
			Control	Ocurrencia	Suma	Factor afectado	Magnitud	Suma	
Construcción	Afectación del suelo por contaminación debido al vertido eventual de residuos	Suelo	3	2	5	10	5	15	75
	Afectación del suelo debido al vertido de lubricantes o combustibles de maquinarias, vehículos, etc.	Suelo	3	2	5	7	5	12	60
	Afectación del recurso humano disponible debido eventuales accidentes debido a mano de obra, operación y tránsito de vehículos y/o maquinarias.	Recursos Humanos	1	2	3	10	7	17	51
Operación	Afectación del suelo por contaminación debido al vertido de efluentes de alta carga orgánica (vinazas)	Suelo	3	3	6	10	3	13	78
	Afectación del suelo debido al vertido de lubricantes o combustibles de	Suelo	3	2	5	10	3	13	65

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA			Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 	
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas								
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 199 de 268		

	maquinarias, vehículos, etc.								
	Afectación del recurso humano disponible debido a eventuales accidentes debido a tránsito de vehículos	Recursos humanos	3	3	6	10	7	17	102
	Afectación del recurso humano disponible debido a eventuales accidentes debido a la manipulación y contacto con equipos del proceso	Recursos humanos	3	3	6	10	7	17	102
	Riesgo de ruptura de tanques de almacenamiento de insumos	Proceso	3	3	5	10	5	15	75
	Riesgo de incendios	Proceso	3	3	6	10	7	17	102
	Riesgo de accidentes operativos (sobrepresión, temperaturas no óptimas, etc)	Proceso	3	3	6	10	7	17	102
Abandono	Afectación del suelo por contaminación debido al vertido de efluentes de alta carga orgánica (vinazas)	Suelo	3	3	6	3	7	10	60

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 	
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas							
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 200 de 268	

	Afectación del suelo debido al vertido de lubricantes o combustibles de maquinarias, vehículos, etc.	Suelo	3	2	5	10	3	13	65
--	--	-------	---	---	---	----	---	----	----

11.3.5 Declaración de impacto ambiental

11.3.5.1 Impactos Operativos

Para efectuar el enjuiciamiento de los impactos de acuerdo con su valoración, se toman la escala dada por la Resolución 25/04

Tabla 68: Impactos operativos

JERARQUIA	VALOR
Bajo	0 - 25
Moderado	25 - 50
Critico	> 50



La clasificación se define de la siguiente manera:

- **Bajo:** de rápida recuperación sin medidas correctoras.
- **Moderado:** la recuperación puede tardar de cierto a bastante tiempo, no necesitando medidas correctoras, o en el peor de los casos ser mitigable necesitando medidas correctoras simples.
- **Crítico:** la recuperación requiere bastante tiempo y como mínimo requiere medidas correctoras más complejas, puede superar el umbral tolerable y en este caso no es recuperable independientemente de las medidas correctoras.

De los impactos tratados y luego valorados resulta el enjuiciamiento detallado en la siguiente tabla.

Tabla 69: Impactos operativos de nuestro proyecto.

Fase	Impactos Operativos				
	Factores Afectados	Negativos	Signo	Importancia	Categoría del Impacto

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 201 de 268

Construcción	AIRE	Afectación de la calidad del aire debido a las emanaciones de gases provenientes de los vehículos y/o maquinarias	-	20	BAJO
	AIRE	Afectación del aire por emisión de polvos y gases combustibles	-	20	BAJO
	AIRE	Afectación del confort debido al movimiento de vehículos y maquinarias	-	20	BAJO
	PAISAJE	Afectación del paisaje intrínseco o autóctono	-	25	MODERADO
Operación	AIRE	Afectación de la calidad del aire debido a las emanaciones de gases provenientes de los vehículos y/o maquinarias	-	20	BAJO
	AIRE	Afectación del aire por emisión de gases de antorcha	-	20	BAJO
	AIRE	Afectación del confort debido al movimiento de vehículos-maquinarias y de equipos del proceso	-	20	BAJO
	PAISAJE	Afectación del paisaje intrínseco o autóctono	-	20	BAJO
Abandono	SUELO	Afectación de la calidad del suelo debido a acumulación de residuos de abandono	-	25	MODERADO
	ECONOMIA	Pérdida de ingresos	-	20	BAJO
	ECONOMIA	Finalización de demanda y producción de productos-insumos.	-	50	MODERADO

11.3.5.2 Impactos por Contingencias



Para la estimación del riesgo, se sigue la siguiente categorización:

- Riesgo Irrelevante: no requiere acción específica.
- Riesgo Tolerable: no requiere medidas adicionales de control.
- Riesgo Moderado: requiere medidas para reducir el riesgo.
- Riesgo Importante: no se puede dar comienzo a la operación hasta reducir el riesgo.
- Riesgo Intolerable: se debe interrumpir la ejecución del proyecto hasta que no se vean las causas que originan el Riesgo.

En la siguiente tabla, se detallan los intervalos de encuadre de los valores estimados de los riesgos calculados.

Tabla 70: Niveles de riesgo

Nivel de Riesgo	
Categoría	Intervalo (Estimación de Riesgo)
Irrelevante	- 30
Tolerable	31 - 70



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 202 de 268

Moderado	71 - 110
Importante	111 - 160
Intolerable	> 160

De los impactos tratados y luego valorados resulta el enjuiciamiento detallado en la tabla de Impactos tratados y sus valoraciones.

Tabla 71: Impactos tratados y sus valoraciones

Fases	Impactos por Contingencias	Factores Afectados	Estimación del Riesgo	Nivel de Riesgo
Construcción	Afectación del suelo por contaminación debido al vertido eventual de residuos	Suelo	75	Moderado
	Afectación del suelo debido al vertido de lubricantes o combustibles de maquinarias, vehículos, etc.	Suelo	60	Tolerable
	Afectación del recurso humano disponible debido a eventuales accidentes debido a mano de obra, operación y tránsito de vehículos y/o maquinarias.	Recurso humano	51	Tolerable
Operación	Afectación del suelo por contaminación debido al vertido de efluentes de alta carga orgánica (vinazas)	Suelo	78	Moderado
	Afectación del suelo debido al vertido de lubricantes o combustibles de maquinarias, vehículos, etc.	Suelo	65	Tolerable



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 203 de 268

	Afectación del recurso humano disponible debido eventuales accidentes debido a tránsito de vehículos	Recurso humano	102	Moderado
	Riesgo de ruptura de tanques de almacenamiento de insumos	Proceso	75	Moderado
	Riesgo de incendios	Proceso	102	Moderado
	Riesgo de accidentes operativos (sobrepresión, temperaturas no óptimas, etc.)	Proceso	102	Moderado
Abandono	Afectación del suelo por contaminación debido al vertido de efluentes de alta carga orgánica (vinazas)	Suelo	60	Tolerable
	Afectación del suelo debido al vertido de lubricantes o combustibles de maquinarias, vehículos, etc.	Suelo	65	Tolerable
	Afectación del recurso humano disponible debido a eventuales accidentes debido a mano de obra, operación y tránsito de vehículos y/o maquinarias.	Recurso humano	102	Moderado



En la tabla siguiente, se presenta una síntesis del tipo y descripción de la/s medidas a introducir a los efectos de minimizar el impacto que ha resultado en el caso de los Operativos o por Contingencias igual o superior a Moderado.

Tabla 72: Plan de gestión ambiental.

SÍNTESIS DE MEDIDAS DE MINIMIZACIÓN DE IMPACTOS				
Impactos	Tipo de medida	Fase	Descripción	Objeto

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 204 de 268

		Prev	Corre ctivo			
Operativos	Afectación del paisaje intrínseco o autóctono	✓		Construcción	Realizar un programa de rescate de flora; Formación del personal que trabaje en la obra.	Bajar los efectos sobre la fauna y flora del lugar.
	Afectación de la calidad del suelo debido a acumulación de residuos de abandono	✓		Abandono	Manejo y tratamientos de aquellos residuos que resulten perjudiciales al medio ambiente y/o persona.	Minimizar la posible contaminación sobre el aire, suelo y napas.
	Finalización de demanda y producción de productos-insumos	✓		Abandono	Avisar con anticipación a los empleados de despidos y posible reubicación en empresas locales.	Prevención de despidos masivos y proveer a través de la reubicación del personal en empresas regionales.
Contingencias	Afectación del suelo por contaminación debido al vertido eventual de residuos	✓		Construcción	Colocación de recipientes de basuras y clasificación de los mismos en peligrosos, etc; Plan de gestión de limpieza y manejo de residuos sólidos.	Disminución de la contaminación del suelo, aire, etc.
	Afectación del suelo por contaminación debido al vertido de efluentes de alta carga orgánica (vinazas)	✓		Operación	Tratamiento el efluente en una planta de tratamiento de efluente dentro de la planta.	Minimizar posible contaminación por derrame del efluente sobre el suelo, napas, etc.
	Afectación del recurso humano disponible debido eventuales accidentes debido a tránsito de vehículos	✓		Operación	Capacitación es sobre manejo defensivo; Colocación de las señales de tránsito	Disminución de accidentes de tránsito



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 	
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas							
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 205 de 268	

	Riesgo de incendios	✓		Operación	Disponibilidad de un plan de emergencia; Colocación de una red contra incendios dentro de las instalaciones. Disponibilidad de elementos de mitigación de incendios como matafuegos, etc.	Minimizar y mitigar posibles incendios dentro de la planta que afecten a zonas vecinas y a la misma planta.
	Riesgo de accidentes operativos (sobrepresión, temperaturas no óptimas, etc.)	✓		Operación	Colocación y disponibilidad de válvulas de control de procesos, alarmas de nivel, etc.	Minimizar posibles accidentes fatales y optimizar la seguridad del proceso.
	Riesgo de ruptura de tanques de almacenamiento de insumos	✓		Operación	Reparaciones y control de posibles daños de los mismos.	Minimizar posible contaminación y colocar recintos de contingencia de los tanques.

11.4 Resumen de impactos

Para Impactos operativos, los impactos valorados en nuestro proyecto han resultado de baja y moderada jerarquía, lo que nos indica que la recuperación de los mismos puede llevar un lapso de tiempo corto.

Respecto a Impactos por contingencia: por medio del análisis se puede concluir que los impactos producidos por contingencia conllevan como resultado riesgos de moderado a tolerable nivel, por lo cual se buscara tomar las medidas necesarias para remediar aquellos riesgos representativos.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 206 de 268

12. Análisis económico financiero

El análisis económico-financiero, también conocido como análisis de estados financieros, análisis de balances o análisis contable, es un conjunto de técnicas para diagnosticar la situación de la empresa, detectar reservas y tomar las decisiones adecuadas. En este proceso, se analiza la viabilidad de un proyecto en términos de rentabilidad económica, tomando como base los recursos económicos que se tiene disponibles y el coste total del proceso de producción.

12.1. Ciclo de vida de proyecto

el ciclo de vida del Proyecto se compone del inicio, la planificación, la ejecución, el control y el cierre del conjunto de procesos que componen un Proyecto, hasta conseguir alcanzar el objetivo propuesto en el tiempo y con el presupuesto disponible.

Para este proyecto en particular, el ciclo de vida del proyecto se estipula en 10 años. La vida útil de las instalaciones es de 20 años, en consecuencia, tiene una vida residual de 10 años, por lo que se hace un recupero actualizado de la misma.

12.2. Inversiones del proyecto

Las inversiones del proyecto son todos los gastos que se efectúan en unidad de tiempo para la adquisición de determinados **factores** o **medios productivos**, los cuales permiten implementar una unidad de producción que a través del tiempo genera Flujo de beneficios. Asimismo, es una parte del ingreso disponible que se destina a la compra de bienes y/o servicios con la finalidad de incrementar el patrimonio de la Empresa.



La mayor parte de las inversiones debe realizarse antes de la puesta en marcha del proyecto, pero pueden existir inversiones durante la operación. Esto ocurre porque se precise reemplazar activos desgastados o porque se requiera incrementar la capacidad productiva ante aumentos proyectados en la demanda.

12.2.1. Inversiones antes de la puerta en marcha

Los gastos de puesta en marcha son todos aquellos que deben realizarse al iniciarse el funcionamiento de las instalaciones, tanto en la etapa de pruebas preliminares como en las del inicio de la operación y hasta que alcancen un funcionamiento adecuado. Aunque constituyan un gasto de operación, muchos ítems requerirán un desembolso previo al momento de la puesta en marcha del proyecto, por lo que no constituyen egresos que afecten un estado de resultados, pues no son gastos de la operación, sino de la implementación.

Las inversiones efectuadas antes de la puesta en marcha del proyecto pueden agruparse en tres tipos:

- Inversiones en activos fijos
- Inversiones en activos intangibles
- Inversiones en capital de trabajo.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 207 de 268

Las inversiones en activos fijos son todas aquellas que se realizan en los bienes tangibles que se utilizarán en el proceso de transformación de los insumos o que sirvan de apoyo a la operación normal del proyecto. Constituyen activos fijos, entre otros, los terrenos y recursos naturales, las obras físicas, el equipamiento de la planta y oficinas, y la infraestructura de servicios de apoyo.

A efectos contables, los activos fijos, a excepción de los terrenos, están sujetos a depreciación, lo cual afectará al resultado de la evaluación por su efecto sobre el cálculo de los impuestos. Los terrenos no sólo no se deprecian, sino que muchas veces tienden a aumentar su valor por la plusvalía generada por el desarrollo urbano en su alrededor como en sí mismos. Sin embargo, también puede darse el caso de la pérdida en el valor de mercado de un terreno.

Las inversiones en activos intangibles son todas aquellas que se realizan sobre activos constituidos por los servicios o derechos adquiridos, necesarios para la puesta en marcha del proyecto. Constituyen inversiones intangibles susceptibles de amortizar y, al igual que la depreciación, afectarán el flujo de caja indirectamente, por la vía de una disminución en la renta imponible y, por lo tanto, de los impuestos pagaderos.

Para este proyecto, las inversiones de activos fijos se dividieron en:

- I. Obras
- II. Edificios
- III. Equipos



Para determinar los activos fijos que corresponden a obra civil y edificios necesarios para el proyecto, se investigaron cuáles son los edificios principales o aspectos de obra indispensables que permitirían el desarrollo del proyecto de forma normal y óptima. De esta forma, se determinaron cuáles son los espacios que operativamente son requeridos por el proceso del proyecto como así también, por el personal de la planta, optimizando el espacio disponible de terreno.

I. Obras

Con ayuda de layout realizado anteriormente, estimando el espacio requerido por las instalaciones vs. terreno disponible, se estimó la superficie que ocuparía cada unidad y se procedió a estimar el precio de construcción por unidad de área. En función de ello, se definieron las **edificaciones que serían necesarias construir**, las superficies respectivas y sus costos, las cuales se presentan a continuación:

Tabla 73: Costos de obras y edificios por áreas

Obras y Edificios		
Unidad	Área (m ²)	Costo (USD)

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 208 de 268

Oficinas	521,37	\$ 267.653,85
Laboratorio	300,00	\$ 154.009,13
Sala de control	80,88	\$ 41.520,86
Almacén	540,62	\$ 277.532,15
Comedor	146,55	\$ 75.233,46
Estacionamiento	600,00	\$ 73.337,68
Sala de bombas	54,50	\$ 6.661,51
Cargadero	700,00	\$ 85.560,63
Zona de tanques	3184,95	\$ 389.294,74
Portería	20,00	\$ 2.444,59
Proceso	9933,00	\$ 1.214.105,28
Terreno	78117,45	\$ 8.487.337,18
Montado de equipos	-	
Total	62035,584	\$ 11.074.691,03



Para el cálculo correspondiente a obra por **contratos**, se procedió a realizar una estimación de costo por inversión inicial.

a. **Energía eléctrica**

Las líneas eléctricas se instalan principalmente bajo tierra en localidades cerradas, en las cercanías de ciudades, en áreas industriales y en parques eólicos; en su mayoría sobre el suelo por el exterior. Donde no se pueden utilizar líneas de transmisión, se utilizan cables subterráneos.

Para el servicio de energía eléctrica, se verificó mediante el proveedor EPEN el tipo de red más cercana a la ubicación del proyecto. Se determina que EPEN tiene líneas de media tensión disponibles cerca de la ubicación elegida para dicho proyecto. Estas son de 33Kv y 13,2 Kv respectivamente. Ver Anexo – Mapa EPEN.

El suministro de energía eléctrica será por vía aérea desde la estación transformadora de la localidad, y por vía subterránea desde la línea principal de media tensión hasta la entrada a transformador. Para determinar la longitud de cable requerida, se estimó la distancia desde línea aérea hasta ubicación de terreno elegida. Esta distancia se estima en 1,2km desde la línea central. El cable elegido será **NYCWY** el cual es una línea de alimentación con cables de cobre, cubierta exterior de PVC, con un conductor de cobre concéntrico ondulado. Los cables para Media Tensión (5 kV a 46 kV) son utilizados cuando se requiere llevar grandes cantidades de energía eléctrica a niveles de media tensión donde la utilización de las líneas aéreas no es factible ya sea por condiciones técnicas, de seguridad o ambientales.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 209 de 268

Los materiales que se contemplan para este servicio, se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 74: Materiales requeridos para obra de servicio eléctrico

Equipo / Unidad	Precio unitario	Cantidad	Unidad	Precio total
Estación transformadora	\$179.310,00	1	Unidad	\$ 179.310,00
Cable trifásico subterráneo	\$ 5,46	1200	Metros	\$ 6.553,00
Centro de medición	\$ 1.340,28	1	Unidad	\$ 1.340,28
Canalizaciones eléctricas	\$ 3,00	1200	Unidad	\$ 3.600,00

Para el tendido de puntas desde línea central hasta transformador, se estima un valor de contrato para mano de obra directa (servicio tercerizado) de 15% de la inversión total a realizar de los materiales comprados para este servicio; este contrato incluirá el armado de puntas y tendido hasta ingreso a planta:



Tabla 75: Costo de mano de obra para servicio de energía eléctrica

Costo de energía eléctrica	
Por	Total (U\$s)
Contrato - Puntas desde LMT a ingreso a planta	USD 38.160,66

b. Servicio de Agua

Para el servicio de agua, se elige la Planta Buena Esperanza perteneciente a EPAS ubicada en Barditas, ya que es el principal proveedor de agua en la zona. Cuenta con acueductos que serán dirigidos a ingreso a planta de este proyecto.

La toma de agua de este servicio es por gravedad debido a la pendiente desde la toma principal (Planta de Buena Esperanza – EPAS ubicada en Barditas) hasta la ubicación elegida para este proyecto. Desde la toma principal “Barditas” hasta la ubicación del proyecto, se tiene una distancia aproximada de 75km por lo cual, se prevé utilizar cañería de 6” para realizar acueducto. Se contempla en la compra de materiales una serie de válvulas para la construcción de un bypass para controlar el ingreso a planta de forma manual. A su vez, se prevé tener un acumulado de agua para uso en caso de emergencia por lo que, en el costo total de equipos,

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 210 de 268

se añade tanque de agua de 5000m³ para lograr un abastecimiento en caso de emergencia. El costo de este equipo se añade en el costo total de suministros y el valor es proporcionado por matches.com actualizado al valor de año 2022 con índice CEPCI.

Los materiales y equipos elegidos como sus precios se detallan a continuación:

Tabla 76: Materiales requeridos para servicio de agua

Equipo / Unidad	Precio unitario	Cantidad	Unidad	Precio total
Cañería de 6"	\$ 27,00	75000	Metros	\$ 2.025.000,00
Válvula globo 6"	\$1.801,20	1	Unidad	\$ 1.801,20
Válvula esclusa de 6"	\$1437,32	3	Unidad	\$ 4.311,95
Válvula esférica 6"	\$1832,64	1	Unidad	\$ 1.832,64
TK 701	\$ 235.400,00	1	Unidad	\$ 235.400,00



Se prevé realizar un contrato con servicio de construcción de acueductos hasta ingreso a planta; este valor de contrato se estima en un 20% de la inversión total de quipos para este servicio.

Tabla 77: Costo de mano de obra para construcción de acueducto

COSTO DE AGUA	
Para	Total (U\$s)
Contrato – Construcción de acueducto	USD 471.455,43

c. Gas natural

Para calcular el costo de gas natural, se acudió a mapa perteneciente a ENERGAS (Ente Nacional Regulador de Gas) el cual cuenta con información sobre gasoductos cercanos a la ubicación de proyecto. Para este proyecto, se determina que el proveedor principal de gas será TGS debido a cercanía de gasoducto y por ser el principal proveedor de gas en la zona. De acuerdo con fuentes internas de personal de TGS, la línea elegida cuenta con una presión de 16,5 Lbf/ft² de presión. Para ser utilizada en este proyecto, dentro de los costos de equipos,

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 211 de 268

se suma un skid de regulación y medición de gas natural, para llegar a la presión requerida por el proyecto y lograr tener registro de consumo de este. El costo de este skid, de acuerdo con páginas de proveedores, ronda el valor de 10mil a 15mil dólares. Por lo cual, se añade este valor a costo de equipos necesarios.

En el skid elegido se encuentran instalados los siguientes equipos: filtro, regulador de presión, medidor, válvulas de seguridad. En esta área, la presión del gas natural del sistema de distribución se reduce a un nivel adecuado para su uso en la instalación industrial, normalmente de 0,4 bar a 4 bar, también se efectúa la medición del consumo.

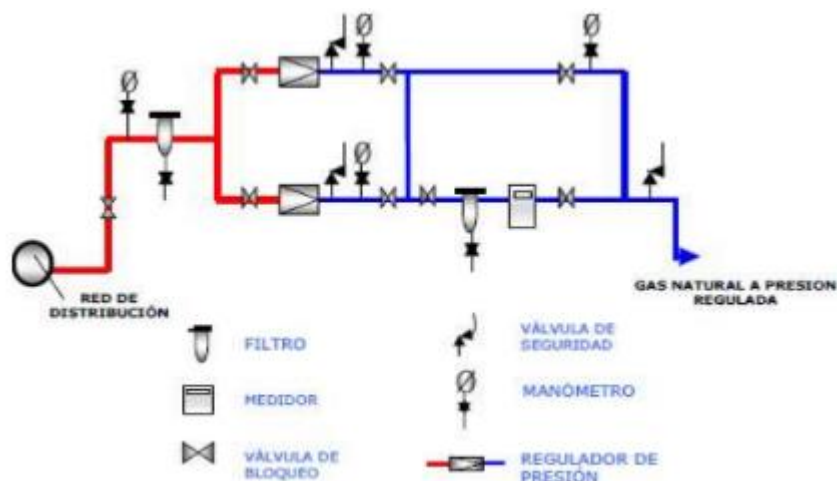




Ilustración 87: Skid de regulación y medición de gas natural.

Para lograr conexión a línea central de gas, se deberá realizar un gasoducto hasta el punto de ingreso a planta desde planta compresora de TGS ubicada a 2,34km aproximadamente desde la ubicación elegida para este proyecto. Para la construcción de gasoducto, se elige una cañería de 4" revestida Sch – 80 CL300 la cual viene en presentaciones de 6m de longitud. Los materiales elegidos y sus precios se presentan a continuación:

Tabla 78: Materiales requeridos para construcción de gasoducto – servicio de gas natural

Equipo / Unidad	Precio unitario	Cantidad	Unidad	Precio total
Skid de regulación y medición de gas natural	\$12000	1	Unidad	\$12.000,00
Cañería revestida 4"	\$170,64	2590	Metros	\$71.283,02

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 212 de 268

Se estima con un valor de servicio de contrato de 25% de la inversión total de equipos para este servicio, la cual deberá incluir todos los costos asociados a este contrato.

Tabla 79: Costo de mano de obra para construcción de gasoducto

COSTO DE GAS	
Para	Total (U\$s)
Contrato - Construcción de gasoducto	USD 20.820,75

II. Equipos para proceso

Para el cálculo correspondiente a los **equipos de la planta**, se utilizaron los datos calculados en capítulos anteriores (equipo, dimensiones, material, etc.). Con estos datos se pudo determinar el valor de los equipos, recurriendo a páginas de venta en el exterior como Matches y actualizándolos al precio actual del mercado.



Los valores obtenidos en Matches pertenecen a periodos del 2014, por lo que se utilizó el índice CEPCI correspondientes a periodo 2022 para tener el valor actualizado de los equipos. Los índices de costos de plantas químicas (CEPCI), son números adimensionales empleados para actualizar el costo de capital requerido para construir una planta química desde una fecha pasada a una posterior, siguiendo los cambios en el valor del dinero debido a la inflación y la deflación. Dado que, en un momento dado, la cantidad de plantas químicas es insuficiente para usar en una estimación preliminar o previa al diseño, los índices de costos son útiles para una serie de propósitos de gestión, como la planificación a largo plazo, la presupuestación y la escalada o reducción de los costos de los contratos.

Para actualizar el coste del equipo al año actual se requiere conocer los índices de costes de plantas de ingeniería Química (CEPCI) del año antiguo y el año actual correspondiente. El índice perteneciente al año 2014 es de 576,1, mientras que el año actualizado, se escoge el del febrero 2022, es de 806,3 [15]. De esta manera, con los índices y siguiendo la Ecuación, se actualiza el valor de coste del equipo.

$$C_{actual} = C_{antiguo} \times \frac{CEPCI (Actual)}{CEPCI (Antiguo)}$$

Dónde:

- C actual es el coste del equipo actualizado [€].
- C Antiguo es el coste del equipo de años anteriores [€].

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 213 de 268

- CEPCI (actual) es el índice de coste de planta de ingeniería Química en el año actual [-].
- CEPCI (antiguo) es el índice de coste de planta de ingeniería Química en el año antiguo [-].

$$CEPCI = \frac{806,3}{576,1} = 1,399$$

Para el año 2022, se obtuvo un CEPCI = 1,399. De esta manera, el resultado del producto de este índice con el valor conocido de un equipo en el año 2014, es el valor del mismo equipo en el año 2022. De esta manera se aproximaron los valores en dólares de los equipos utilizados. La siguiente tabla describe los mismos con sus respectivos costos:



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN

PROYECTO FINAL
INTEGRACIÓN V
INGENIERÍA QUÍMICA

Alumnas:
- Pérez Yesenia
- Verdugo Alejandra

PV BIOET

Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas

Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 214 de 268
---	--	--	--------------------------------	--	------------------------	-------------------

Equipo / Unidad	Precio unitario -	Cantidad -	Unidad -	Precio tota -	Volumen/ Característica	Precio Unitario USD (201 -	Precio Unitario Final Actualiza -	Precio total
P 500 AB	\$ 14.178,00	2	Unidad	\$ 28.356,00	Bomba de Bicombustible	USD 10.200,00	USD 14.178,00	USD 28.356,00
Camión Sistema	\$ 638.844,00	3	Unidad	\$ 1.916.532,00	Camión sistema bicombustible	USD 183.200,00	USD 212.948,00	USD 638.844,00
Camión	\$ 164.020,00	2	Unidad	\$ 328.040,00	Camion mercedes benz Atron 1735/51 euro B	USD 139.009,00	USD 164.020,00	USD 328.040,00
Camión Volcador	\$ 193.222,51	2	Unidad	\$ 386.445,02	Camion mercedes benz Avox 3131 B	USD 139.009,00	USD 193.222,51	USD 386.445,02
P 110 AB	\$ 6.950,00	2	Unidad	\$ 13.900,00	Bomba centrífuga	USD 5.000,00	USD 6.950,00	USD 13.900,00
P 103 AB	\$ 10.203,98	2	Unidad	\$ 20.407,98	Bomba centrífuga	USD 7.341,00	USD 10.203,98	USD 20.407,98
P 200 AB	\$ 11.815,00	2	Unidad	\$ 23.630,00	Bomba centrífuga	USD 8.500,00	USD 11.815,00	USD 23.630,00
P 300 AB	\$ 6.338,40	2	Unidad	\$ 12.676,80	Bomba centrífuga	USD 4.500,00	USD 6.338,40	USD 12.676,80
P 407 AB	\$ 9.730,00	2	Unidad	\$ 19.460,00	Bomba centrífuga	USD 7.000,00	USD 9.730,00	USD 19.460,00
P 801 AB	\$ 19.876,20	2	Unidad	\$ 39.752,40	Bomba centrífuga	USD 9.398,10	USD 19.876,20	USD 39.752,40
P 100-CH-MP-A	\$ 53.654,00	8	Metros	\$ 429.232,00	Cinta Transportadora	USD 38.600,00	USD 53.654,00	USD 429.232,00
P 100-CH-MP-B	\$ 53.654,00	8	Metros	\$ 429.232,00	Cinta Transportadora	USD 38.600,00	USD 53.654,00	USD 429.232,00
P 100-CH-MP-C	\$ 78.535,00	20	Metros	\$ 1.570.700,00	Cinta Transportadora	USD 56.500,00	USD 78.535,00	USD 1.570.700,00
P 100-CH-MP-B	\$ 78.535,00	20	Metros	\$ 1.570.700,00	Cinta Transportadora	USD 56.500,00	USD 78.535,00	USD 1.570.700,00
K 101 AB	\$ 24.464,00	2	Unidad	\$ 48.928,00	Compresor	USD 8.800,00	USD 12.232,00	USD 24.464,00
C 100	\$ 61.236,45	1	Unidad	\$ 61.236,45	Condensador	USD 44.055,00	USD 61.236,45	USD 61.236,45
A 101	\$ 444.800,00	1	Unidad	\$ 444.800,00	Considera todo el sistema y equipos	USD 320.000,00	USD 444.800,00	USD 444.800,00
FR 203	\$ 113.702,00	1	Unidad	\$ 113.702,00	Filtro Rotatorio	USD 71.100,00	USD 113.702,00	USD 113.702,00
FR 402	\$ 98.829,00	1	Unidad	\$ 98.829,00	Filtro Rotatorio	USD 81.900,00	USD 98.829,00	USD 98.829,00
E 101	\$ 22.101,00	1	Unidad	\$ 22.101,00	Intercambiador	USD 15.900,00	USD 22.101,00	USD 22.101,00
E 108	\$ 40.032,00	1	Unidad	\$ 40.032,00	Intercambiador	USD 28.800,00	USD 40.032,00	USD 40.032,00
E 105	\$ 15.707,00	1	Unidad	\$ 15.707,00	Intercambiador	USD 11.300,00	USD 15.707,00	USD 15.707,00
E 204	\$ 23.352,00	1	Unidad	\$ 23.352,00	Intercambiador	USD 16.800,00	USD 23.352,00	USD 23.352,00
E 200	\$ 35.723,00	1	Unidad	\$ 35.723,00	Intercambiador	USD 25.700,00	USD 35.723,00	USD 35.723,00
E 500	\$ 45.870,00	1	Unidad	\$ 45.870,00	Intercambiador	USD 33.000,00	USD 45.870,00	USD 45.870,00
E 505	\$ 45.870,00	1	Unidad	\$ 45.870,00	Intercambiador	USD 33.000,00	USD 45.870,00	USD 45.870,00
W 702 / 703	\$ 141.641,00	2	Unidad	\$ 283.282,00	Lecho Resinas	USD 109.000,00	USD 151.570,00	USD 303.020,00
Sistema de enfriamiento	\$ 151.641,00	1	Unidad	\$ 151.641,00	Modularizado	USD 101.900,00	USD 141.641,00	USD 141.641,00
Sistema de producción de vapor - Caldera	\$ 1.529.000,00	1	Unidad	\$ 1.529.000,00	Modularizado - Caldera	USD 1.100.000,00	USD 1.529.000,00	USD 1.529.000,00
MR 101	\$ 139.000,00	1	Unidad	\$ 139.000,00	Molino de bolas	USD 100.000,00	USD 139.000,00	USD 139.000,00
R 102	\$ 126.073,00	1	Unidad	\$ 126.073,00	Reactor	USD 90.700,00	USD 126.073,00	USD 126.073,00
R 200	\$ 108.281,00	1	Unidad	\$ 108.281,00	Reactor	USD 77.900,00	USD 108.281,00	USD 108.281,00
R 300	\$ 341.662,00	2	Unidad	\$ 683.324,00	Reactor	USD 341.662,00	USD 341.662,00	USD 683.324,00
Retroexcavadora	\$ 250.200,00	1	Unidad	\$ 250.200,00	Retroexcavadora Cat 420 F	USD 80.000,00	USD 125.100,00	USD 250.200,00
V 100	\$ 84.373,00	1	Unidad	\$ 84.373,00	Separador	USD 60.700,00	USD 84.373,00	USD 84.373,00
S-100 AB	\$ 13.344,00	2	Unidad	\$ 26.688,00	Silos	USD 4.800,00	USD 6.672,00	USD 13.344,00
Sistema de Aire para instrumentos	\$ 39.152,13	1	Unidad	\$ 39.152,13	Servicio auxiliar - Aire instrumentos	USD 28.167,00	USD 39.152,13	USD 39.152,13
Modularizado - N2 para inertización	\$ 55.044,00	1	Unidad	\$ 55.044,00	Servicio auxiliar - N2	USD 39.600,00	USD 55.044,00	USD 55.044,00
TK 503	\$ 987.762,49	2	Unidad	\$ 1.975.524,97	Tamiz molecular	USD 710.620,49	USD 987.762,49	USD 1.975.524,97
TK 702 AB	\$ 74.921,00	2	Unidad	\$ 149.842,00	Tanque 100 m3	USD 53.900,00	USD 74.921,00	USD 149.842,00
TK 300	\$ 32.943,00	2	Unidad	\$ 65.886,00	Tanque 20 m3	USD 23.700,00	USD 32.943,00	USD 65.886,00
TK 700	\$ 3.475,00	2	Unidad	\$ 6.950,00	Tanque 10 m3	USD 2.500,00	USD 3.475,00	USD 6.950,00
TK 103	\$ 57.824,00	1	Unidad	\$ 57.824,00	Tanque 60 m3	USD 41.600,00	USD 57.824,00	USD 57.824,00
TK 301	\$ 32.943,45	1	Unidad	\$ 32.943,45	TK alicación seca 20m3	USD 23.700,00	USD 32.943,45	USD 32.943,45
TK 100	\$ 1.112,00	1	Unidad	\$ 1.112,00	Tolva	USD 800,00	USD 1.112,00	USD 1.112,00
TA 400	\$ 330.527,75	1	Unidad	\$ 330.527,75	Torre de absorción	USD 237.789,75	USD 330.527,75	USD 330.527,75
TD 500	\$ 628.477,38	1	Unidad	\$ 628.477,38	Torre de destilación	USD 452.142,00	USD 628.477,38	USD 628.477,38
Estacion transformadora	\$ 179.310,00	1	Unidad	\$ 179.310,00	Transformador 13,3kV a 380 V	USD 129.000,00	USD 179.310,00	USD 179.310,00
Cable trifásico subterráneo	\$ 6.553,00	5,46	Metros	\$ 35.987,54	Cable de alimentación trifásico subterráneo	USD 6.553,00	USD 6.553,00	USD 35.987,54
Centro de medición	\$ 1.340,28	1	Unidad	\$ 1.340,28	Centro medidor de consumo	USD 1.340,28	USD 1.340,28	USD 1.340,28
Canalizaciones eléctricas	\$ 3,00	1200	Metros	\$ 3,600,00	Ø40mm C-Profile conduit fixing clamp G-	USD 3.600,00	USD 3.600,00	USD 3.600,00
Sld de regulación y medición de gas natural	\$ 12.000,00	1	Unidad	\$ 12.000,00	Reguladora y medidora de gas natural	USD 12.000,00	USD 12.000,00	USD 12.000,00
Cañera reversida 4	\$ 170.64	2590	Metros	\$ 31.030,96	Caño reversido 4 x SCH80 CL300 (6m la línea)	USD 71.263,02	USD 71.263,02	USD 31.030,96
Cañera de 6"	\$ 27,00	75000	Metros	\$ 2.025.000,00	6 x S-40 Pipe, E36, 10M BE - A106-B, SML, revisado con epoxy	USD 2.025.000,00	USD 2.025.000,00	USD 2.025.000,00
Válvula globo 6"	\$ 1.801,20	1	Unidad	\$ 1.801,20	6 Globe Vlv. BS 1873, CL 150, RF, BI	USD 1.801,20	USD 1.801,20	USD 1.801,20
Válvula esfera de 6"	\$ 3,00	1437,32	Unidad	\$ 4.311,96	6 Gate Vlv Sw. CL 150, A216-WCB Body, 10	USD 1.437,32	USD 1.437,32	USD 4.311,96
Válvula esfera 6"	\$ 1.832,64	1	Unidad	\$ 1.832,64	6 ball vlv sw. CL 150, A216-WCB Body, 10	USD 1.832,64	USD 1.832,64	USD 1.832,64
TK 701	\$ 235.400,00	1	Unidad	\$ 235.400,00	TK de emergencia	USD 235.400,00	USD 235.400,00	USD 235.400,00
<p>Total Costo de Equipos USD 15.869.716,13</p> <p>Valvulas y Accesorios 5.554.400,65</p> <p>Repuesto para los Equipos 793.465,81</p> <p>Costo Total USD 22.217.602,59</p>								

Perez, Yesenia - Verdugo Alejandra - Haymar



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 215 de 268

Ilustración 88: Costo de equipos para el proyecto

12.3. Amortizaciones

La **amortización**, en la economía y contabilidad, hace referencia al proceso de distribución de gasto en el tiempo de un valor duradero. Así puede significar redimir o extinguir el capital de un préstamo o deuda o recuperar o compensar los fondos invertidos

El cálculo de los costos de amortización, así como los intereses, puede seguir diversos métodos. El más simple de ellos es el método lineal. El mismo supone que la mortificación anual es igual para todos los años del periodo y resulta de la siguiente expresión

$$A = \frac{V_0}{n}$$

donde:

- V_0 = Valor o costo de inversión del bien nuevo.
- n = Vida útil o plazo de amortización en años.



Con base en las inversiones iniciales se procede a calcular los montos anuales de depreciación y amortización de tales inversiones, empleando el método de línea recta, teniendo en cuenta que la maquinaria y equipo se deprecian a 10 años y las obras civiles a 20 años.

Tabla 80: Amortización para obras, edificios y equipos - periodo 1 a 5

	1	2	3	4	5
Obras Y Edificios	USD 553.734,55	USD 553.734,55	USD 553.734,55	USD 553.734,55	USD 553.734,55
Equipos	USD 2.221.760,26	USD 1.896.570,58	USD 1.896.570,58	USD 1.896.570,58	USD 1.896.570,58
Total	USD 2.775.494,81	USD 2.450.305,13	USD 2.450.305,13	USD 2.450.305,13	USD 2.450.305,13

Tabla 81: Amortización para obras, edificios y equipos - periodo 6 a 10

	6	7	8	9	10
Obras Y Edificios	USD 553.734,55	USD 553.734,55	USD 553.734,55	USD 553.734,55	USD 553.734,55
Equipos	USD 1.896.570,58	USD 1.896.570,58	USD 1.896.570,58	USD 1.896.570,58	USD 1.896.570,58
Total	USD 2.450.305,13	USD 2.450.305,13	USD 2.450.305,13	USD 2.450.305,13	USD 2.450.305,13

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 216 de 268

12.4. Ingresos del proyecto

Para este proyecto, los ingresos quedan determinados por venta de producto final, es decir, en función de cantidad producida por año y precio estimado de producto final. El producto final es etanol anhidro por lo que se estimó el valor de producción por año en toneladas y precio valuado en dólares. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 82: Ingresos de proyecto - producto Etanol Anhidro

PERIODO		Año	1	
INGRESO	Por Venta	Etanol Anhidro	Producción (Tn/año)	10.972,80
			Precio (U\$s/Tn)	\$ 1.030,64
			Total (U\$s/año)	\$ 11.308.973,02

12.5. Egresos

Se define a egresos de un proyecto como desembolsos o salidas de dinero que incluyen los gastos y las inversiones. Los principales egresos de cualquier proyecto son los **costos**. Los costos pueden ser **fijos** o **variables**. Los costos fijos y variables son respectivamente los gastos que no varían y que son necesarios para el funcionamiento básico de la empresa, y los gastos que van en función del volumen de actividad.

Para analizar los egresos del proyecto, se agruparon los costos según el objeto del gasto, dividiéndolos en:

- **Costos fijos:** costo referido a recursos humanos y mantenimiento de la planta
- **Costo variable:** costos referidos a materia prima, energía, agua, gas natural.

12.5.1. Descripción de los costos



Se detallará a continuación, los costos asociados al proyecto acorde a lo definido en costos fijos y variables.

I. Costos Variables

A. Costo de materias primas:

Con ayuda de la estimación de consumos en simulación de proceso y con los precios de cada insumo en el mercado, fue posible determinar los costos de la materia prima utilizada para este proyecto, la cual se puede visualizar en la siguiente tabla:

Tabla 83: Costo de materia prima utilizada en el proceso de este proyecto

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 217 de 268

COSTO DE MATERIA PRIMA			
Materia Prima	Consumo (Tn/año)	Precio (U\$/Tn)	Total (U\$/año)
Orujo	62242,56	\$ 90,00	\$ 5.601.830,40
Hidróxido de Sodio	494,12	\$ 390,00	\$ 192.707,42
Ácido Sulfúrico	778,20	\$ 250,00	\$ 194.551,20
Enzima	311,21	\$ 4.820,00	\$ 1.500.045,70
Levadura	497,94	\$ 1.648,00	\$ 820.605,91
Nitrógeno	6,22	\$ 220,00	\$ 1.369,34
Costo Total			\$ 8.311.109,97

B. Costo de Energía

El consumo de energía, tanto en alumbrado como en oficinas, se calculó como un porcentaje (3% y 2%, respectivamente de acuerdo con el costo relacionado a nivel nacional) del consumo de los equipos.

Tabla 84: Costo de servicio de energía eléctrica



COSTO DE ENERGÍA			
Por	Consumo (KWh/año)	Precio (U\$/KWh)	Total (U\$/año)
Equipos	118.850	0,340	40.409,15
Alumbrado	2.377	0,340	808,18
Costo Total			41.217,33

C. Costo de Gas Natural

El costo del gas natural se determinó por medio de la simulación de caldera para obtención de la cantidad requerida por año. De acuerdo con los precios a nivel nacional, se estima que el valor de gas natural será de USD 158544.

Tabla 85: Costo de consumo de gas natural como servicio auxiliar

COSTO DE GAS			
Para	Consumo (m³/año)	Precio (U\$/m³)	Total (U\$/año)
Proceso	317.088	0,5000	158.544,00

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 218 de 268

Costo Total	158.544,00
--------------------	-------------------

D. Costo de Agua

El costo de agua es calculado a través de los resultados obtenidos en balance de masa y determinación de cantidades requeridas por servicios auxiliares. El costo de agua en Neuquén para cloacas y uso doméstico es de. Los costos totales por agua será el siguiente:

Tabla 86: Costo de consumo de agua como servicio auxiliar

COSTO DE AGUA			
Para	Consumo (m ³ /año)	Precio (U\$s/m ³)	Total (U\$s/año)
Enfriamiento	324.202,355	0,950	307.992,24
Costo Total			307.992,24

II. Costo Fijo

A. Costo de Mantenimiento

El mantenimiento es una de las tareas fundamentales para el buen funcionamiento del proyecto. Se puede realizar de varias formas, entre los que se destaca el mantenimiento correctivo y el preventivo. A grandes rasgos, el **mantenimiento correctivo** soluciona los desperfectos, mientras que el **mantenimiento preventivo** -como su nombre indica- es el encargado de advertir averías antes de que ocurran.

- **Mantenimiento correctivo**



Se puede llegar a esta acción por la avería o deterioro de la instalación, porque un operario alerta de que no funciona correctamente, o mediante una inspección rutinaria del técnico de mantenimiento. Es cualquier operación u orden de trabajo (OT) realizada para arreglar maquinaria, instalaciones o un activo, para devolverlos a su correcto funcionamiento.

- **Mantenimiento preventivo**

Se centra en conservar las máquinas en buenas condiciones a través de un plan de mantenimiento que incluye exámenes regulares de los equipos, limpieza y los cambios previstos en el manual (aceite, filtros, piezas).

Esto incluye, a través de revisiones parciales o completas:

- La inspección

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 219 de 268

- La lubricación
- Los cambios de aceite
- Los ajustes
- La limpieza
- El cambio de piezas

El objetivo del mantenimiento preventivo es evitar que se produzcan averías y se lleva a cabo de modo programado, estableciendo un plan de mantenimiento que se puede definir con relación a dos variables:

Dado que no es sostenible optar por un solo sistema, ya que es imposible prever todos los percances, la recomendación es organizar así el presupuesto de la siguiente forma:

- 20% a mantenimiento correctivo
- 80% a mantenimiento preventivo

Para determinar cuál es el costo total de mantenimiento, se estima que será un 5% del costo total de compra de equipos y obra civil. De esta forma, el costo total de mantenimiento será para el proyecto será de:

Tabla 87: Costo de mantenimiento general para el proyecto



COSTO DE MANTENIMIENTO	
General	Total (U\$s/año)
Planta	895.783
Costo Total	895.783

El presupuesto por año será dividido para mantenimiento preventivo y correctivo de la planta en un 80% y 20% respectivamente. De esta forma, el costo de mantenimiento será dividido de la siguiente forma:

Tabla 88: Costo de mantenimiento - preventivo y correctivo

COSTO DE MANTENIMIENTO	
General	Total (U\$s/año)
Mantenimiento Preventivo	\$ 716.626
Mantenimiento Correctivo	\$ 179.157
Costo Total	\$ 895.783

- **Mantenimiento predictivo**

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 220 de 268

El mantenimiento predictivo son una serie de acciones que se toman, y técnicas que se aplican, con el objetivo de detectar posibles fallos y defectos de maquinaria en las etapas incipientes, para evitar que estos fallos se manifiesten en uno más grande durante su funcionamiento, evitando que ocasionen paros de emergencia y tiempos muertos, causando impacto financiero negativo. Su misión es conservar un nivel de servicio determinado en los equipos programando las revisiones en el momento más oportuno.

Se acuerda realizar un paro de planta cada 4 años según lo estipulado en “Manual de Dirección y Gestión de Paradas de plantas – PMI”. Este manual, estipula que la duración de un paro de planta general debe ser de 18 a 45 días. Se estipulan 30 días destinados a para de planta general con un margen posible de ± 10 días por cualquier imprevisto. De acuerdo con las consideraciones mencionadas anteriormente, se incluye dentro de flujo neto de fondos que al 4to y al 8vo año de iniciado el proyecto.

De acuerdo con bibliografías de gestión de paradas de plantas, se debe estimar un presupuesto X para controlar eficazmente los costes asociadas con la planificación, ejecución y dirección de la parada de planta. La mayoría de los controladores de costes insisten en destinar un presupuesto acorde a las tareas planificadas que ser realizaran en el tiempo definido.

Para este proyecto, se destina un presupuesto de 15% de flujo neto de fondos del periodo en análisis para tareas en paro general de planta. Este presupuesto deberá incluir todos los servicios relacionados a contratistas, horas extras, materiales y repuestos. De acuerdo con este criterio, se procedió a realizar los cálculos requeridos:



Tabla 89: Presupuesto para mantenimiento predictivo - paro general cada 4 años

Periodo	Presupuesto - Paro de planta	Flujo neto de fondo acumulado	Flujo neto de fondos
4	\$ 728.434,75	- \$ 14.684.490,18	\$ 4.127.796,94
8	\$ 1.303.695,36	\$ 16.796.710,70	\$ 7.387.607,03

B. Costo de recursos humanos

Para el costo asociado a los recursos humanos, se divide al personal requerido en directos e indirectos. El personal directo es aquel que genera producción en la planta mientras que el personal indirecto, es de apoyo transversal a las actividades desarrolladas en planta. De acuerdo con las necesidades del proyecto y en función de la producción diaria de producto, se estima que el personal requerido es de directos e indirectos.

Los puestos de trabajo estarán divididos en turnos, por lo que habrá dos turnos diferentes (mañana y noche) de 12 horas cada uno para el personal directo dejando parte del personal requerido para cubrir francos y/o vacaciones. Para el personal indirecto, se establece un turno

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 221 de 268

continuo de 8 horas diarias + 1 hora de almuerzo de acuerdo con lo establecido por convenio colectivo de trabajo de Químicos y Petroquímicos. Por lo tanto, la planta dispondrá los siguientes grupos de trabajadores en el turno diario:

Tabla 90: Grupos de trabajo - mano de obra directa e indirecta



Tipo de personal	Personal	Recurso (Nº de Personas)
Directa	Operadores	8
	Laboratoristas	4
	Supervisores	3
	Mantenimiento	2
	Jefe de Planta	1
Total		18
Indirecta	Gerente general	1
	Soporte Técnico	2
	Seguridad e Higiene	2
	Ventas y compras	1
	Administrativo	2
	Choferes	2
	SSGG	2
	Cocina	1
	RRHH	1
	Calidad	1
	Maquinista	2
	Total	

En total existirán 35 puestos de trabajo fijos en la planta, llegando a superar dicha cifra contando aquellos puestos que serán ocupados por subcontratistas.

Los turnos de trabajo dependerán de las tareas desarrolladas en la empresa. Para trabajos en oficina (mano de obra indirecta) se dispondrá de turnos fijos de 8:00 a 18:00 con 1 hora de almuerzo según lo estipulado por la Ley de Contrato de Trabajo Nacional.

El turno rotativo para la mano de obra directa se distribuirá de la siguiente forma:

- Turno de mañana: de 07:00 a 19:00h.
- Turno de Noche: de 19:00 a 07:00h.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 222 de 268

De acuerdo a convenio colectivo de trabajo, se estipulan los sueldos del personal de acuerdo a puestos de trabajo y se contempla las retenciones por prestaciones sociales. El costo total de recurso humano se podrá visualizar en la siguiente tabla:

Tabla 91: Costo de mano de obra directa-indirecta para el proyecto

COSTO DE RECURSOS HUMANOS										
	Personal	Recurso (Persona)	Sueldo (U\$S/mes)		Sueldo (U\$S/año)		Prestaciones Sociales (U\$S/año)		TOTAL(U\$S/año)	
			Unitario	Total	Unitario	Total	Unitario	Total		
Directa	Operadores	8	\$ 896,55	\$ 7.172,41	\$ 11.655,17	\$ 93.241,38	\$ 6.993,10	\$ 55.944,83	\$ 149.186,21	
	Laboratoristas	4	\$ 1.034,48	\$ 4.137,93	\$ 13.448,28	\$ 53.793,10	\$ 8.068,97	\$ 32.275,86	\$ 86.068,97	
	Supervisores	3	\$ 1.034,48	\$ 3.103,45	\$ 13.448,28	\$ 40.344,83	\$ 8.068,97	\$ 24.206,90	\$ 64.551,72	
	Mantenimiento	2	\$ 950,00	\$ 1.900,00	\$ 12.350,00	\$ 24.700,00	\$ 7.410,00	\$ 14.820,00	\$ 39.520,00	
	Jefe de Planta	1	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 13.000,00	\$ 13.000,00	\$ 7.800,00	\$ 7.800,00	\$ 20.800,00	
	Total	18	\$ 4.915,52	\$ 17.313,79	\$ 63.901,72	\$ 225.079,31	\$ 38.341,03	\$ 135.047,59	\$ 360.126,90	
Indirecta	Gerente general	1	\$ 1.100,00	\$ 1.100,00	\$ 14.300,00	\$ 14.300,00	\$ 8.580,00	\$ 8.580,00	\$ 22.880,00	
	Soporte Técnico	2	\$ 750,00	\$ 1.500,00	\$ 9.750,00	\$ 19.500,00	\$ 5.850,00	\$ 11.700,00	\$ 31.200,00	
	Seguridad e Higiene	2	\$ 896,55	\$ 1.793,10	\$ 11.655,17	\$ 23.310,34	\$ 6.993,10	\$ 13.986,21	\$ 37.296,55	
	Ventas y compras	1	\$ 896,55	\$ 896,55	\$ 11.655,17	\$ 11.655,17	\$ 6.993,10	\$ 6.993,10	\$ 18.648,28	
	Administrativo	2	\$ 896,55	\$ 1.793,10	\$ 11.655,17	\$ 23.310,34	\$ 6.993,10	\$ 13.986,21	\$ 37.296,55	
	Choferes	2	\$ 500,00	\$ 1.000,00	\$ 6.500,00	\$ 13.000,00	\$ 3.900,00	\$ 7.800,00	\$ 20.800,00	
	SSGG	2	\$ 500,00	\$ 1.000,00	\$ 6.500,00	\$ 13.000,00	\$ 3.900,00	\$ 7.800,00	\$ 20.800,00	
	Cocina	1	\$ 500,00	\$ 500,00	\$ 6.500,00	\$ 6.500,00	\$ 3.900,00	\$ 3.900,00	\$ 10.400,00	
	RRHH	1	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 7.800,00	\$ 7.800,00	\$ 4.680,00	\$ 4.680,00	\$ 12.480,00	
	Calidad	1	\$ 700,00	\$ 700,00	\$ 9.100,00	\$ 9.100,00	\$ 5.460,00	\$ 5.460,00	\$ 14.560,00	
	Maquinista	2	\$ 750,00	\$ 1.500,00	\$ 9.750,00	\$ 19.500,00	\$ 5.850,00	\$ 11.700,00	\$ 31.200,00	
		Total	17	\$ 4.539,66	\$ 7.082,76	\$ 59.015,52	\$ 92.075,86	\$ 35.409,31	\$ 55.245,52	\$ 147.321,38
	Costo Total									\$ 507.448,28



12.6. Indicadores Económicos

Los indicadores económicos dan cuenta de un análisis que contempla aspectos económicos asociados al proyecto. Es decir, este tipo de indicadores buscan establecer una relación económica entre el monto de inversión del proyecto y el resultado de este.

Dos indicadores ampliamente utilizados para analizar la viabilidad del proyecto son el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Ambos indicadores son muy importantes, ya que la evaluación económico-financiera del proyecto finaliza con la aprobación o reprobación de este en base a sus valoraciones. Así, se analizan los valores obtenidos y se define el proyecto como aceptado, postergado o rechazado.

12.6.1 Valor Actual Neto

El valor actual neto (VAN) plantea que el proyecto debe aceptarse si su valor actual neto es igual o superior a cero, donde el VAN es la diferencia entre todos sus ingresos y egresos expresados en moneda actual. El VAN como criterio representa una medida de valor o riqueza, es decir, al calcular un VAN se busca determinar cuánto valor o desvalor generaría un proyecto para una compañía o inversionista en el caso de ser aceptado. El cálculo del VAN variará en función de la tasa de costo de capital utilizada para el descuento de los flujos, es decir, el valor que se estime que generará un proyecto cambiará si cambia la tasa de rendimiento mínimo

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 223 de 268

exigido por la empresa. Mientras mayor sea la tasa, los flujos de los primeros años tendrán mayor incidencia en el cálculo del VAN, no así los flujos posteriores; sin embargo, a medida que la tasa de costo de capital sea menor, la importancia de los flujos proyectados en el cálculo del VAN será mayor.

12.6.2 Tasa Interna de retorno

El TIR es la **Tasa Interna de Retorno** y muestra **el tipo de interés necesario para que el VAN sea igual a 0**. Por lo tanto, el TIR es la tasa de retorno de la inversión realizada, indicando el **porcentaje de beneficio o pérdida que se obtiene en una inversión**.

Este indicador **determina la rentabilidad y la viabilidad de un proyecto**, en este caso usando las entradas y salidas de caja en neto y el total de la inversión que se ha realizado.

12.6.3 TIR vs. VAN

El Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) son dos conceptos de matemática financiera que permiten evaluar proyectos de inversión. Por su lado, el VAN surge de actualizar los flujos de caja que genera un proyecto a lo largo del tiempo a una tasa K , que es el coste del proyecto. Por otro lado, la TIR, es la tasa a la que debemos actualizar los flujos de caja para que el VAN sea 0. El criterio que se sigue con este método es el siguiente:



- **Si el VAN > 0**, el proyecto se acepta porque $k < TIR$, es decir, el coste del proyecto es inferior a la TIR.
- **VAN = 0**, en caso de presentarse, un resultado igual a cero indica que el proyecto arroja rentabilidad igual a la exigida por el inversionista. La ejecución del proyecto es opcional.
- **Si el VAN < 0**, el proyecto no se acepta porque $k > TIR$, es decir, el coste es superior al coste máximo aceptado para el proyecto o TIR.

12.6.4 Flujo de caja

La información básica para realizar la proyección del flujo de caja la proporcionan los estudios de mercado, técnico, organizacional y financiero. El flujo de caja es el registro de todos los ingresos y egresos a la caja a lo largo del tiempo. Dicho flujo se puede proyectar para efectos de la evaluación de la viabilidad de un proyecto.

El flujo de caja de cualquier proyecto se compone de cuatro elementos básicos:

- **Egresos iniciales de fondos:** corresponden al total de la inversión inicial requerida para la puesta en marcha del proyecto
- **Ingresos y egresos de operación:** constituyen todos los flujos de entradas y salidas reales de caja.
- Momento en que ocurren estos ingresos y egresos

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 224 de 268

- Valor de desecho o salvamento del proyecto.

Teniendo en cuenta los conceptos mencionados anteriormente, se determina el flujo de caja para este proyecto. El flujo de caja se puede visualizar en la siguiente tabla:

Tabla 92: Flujo de caja

PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
INVERSIÓN	Activo Fijo (U\$s)	33.822.730,46										
	Capital de Trabajo (U\$s)	507.448,28										
	Total (U\$s)	34.330.178,74										
INGRESOS	Por venta (U\$s)		11.308.973,02	12.453.441,09	13.713.729,33	15.101.558,73	16.629.836,48	18.312.775,93	20.166.028,85	22.206.830,97	24.454.162,27	26.928.923,49
	Total (U\$s)		11.308.973,02	12.453.441,09	13.713.729,33	15.101.558,73	16.629.836,48	18.312.775,93	20.166.028,85	22.206.830,97	24.454.162,27	26.928.923,49
EGRESOS	Costo Fijo (U\$s)	1.507.025,27	1.507.025,27	1.507.025,27	1.507.025,27	1.507.025,27	1.507.025,27	1.507.025,27	1.507.025,27	1.507.025,27	1.507.025,27	1.507.025,27
	Costo Variable U\$s)	6.109.583,97	6.109.583,97	6.109.583,97	6.109.583,97	6.109.583,97	6.109.583,97	6.109.583,97	6.109.583,97	6.109.583,97	6.109.583,97	6.109.583,97
	Total (U\$s)	7.616.609,24	7.616.609,24	7.616.609,24	7.616.609,24	7.616.609,24	7.616.609,24	7.616.609,24	7.616.609,24	7.616.609,24	7.616.609,24	7.616.609,24
AMORTIZACIONES (U\$s)		2.775.494,81	2.450.305,13	2.450.305,13	2.450.305,13	2.450.305,13	2.450.305,13	2.450.305,13	2.450.305,13	2.450.305,13	2.450.305,13	
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS		916.868,97	2.386.526,72	3.646.814,96	5.034.644,37	6.562.922,11	8.245.861,56	10.099.114,49	12.139.916,61	14.387.247,90	16.862.009,12	
IMPUESTOS	Ganancia (35%)		320.904,14	835.284,35	1.276.385,24	1.762.125,53	2.297.022,74	2.886.051,55	3.534.690,07	4.248.970,81	5.035.536,77	5.901.703,19
	Ingresos Brutos (1,5%)		13.753,03	35.797,90	54.702,22	75.519,67	98.443,83	123.687,92	151.486,72	182.098,75	215.808,72	252.930,14
	De Sellos (2%)		686.603,57									
	Total (U\$s)	686.603,57	334.657,17	871.082,25	1.331.087,46	1.837.645,19	2.395.466,57	3.009.739,47	3.686.176,79	4.431.069,56	5.251.345,48	6.154.633,33
UTILIDAD NETA		582.211,80	1.515.444,47	2.315.727,50	3.196.999,17	4.167.455,54	5.236.122,09	6.412.937,70	7.708.847,05	9.135.902,42	10.707.375,79	
AMORTIZACIONES (u\$s)		2.775.494,81	2.450.305,13	2.450.305,13	2.450.305,13	2.450.305,13	2.450.305,13	2.450.305,13	2.450.305,13	2.450.305,13	2.450.305,13	
VALOR RESIDUAL (U\$s)											107.073.757,93	
FLUJO NETO DE FONDOS	-\$ 35.016.782,31	3.357.706,61	3.965.749,60	4.766.032,63	4.856.231,70	6.617.760,67	7.686.427,22	8.863.242,83	8.691.302,39	11.586.207,54	120.231.438,85	
JO NETO DE FONDOS ACUMULADOS		-31.659.075,71	-27.693.326,11	-22.927.293,49	-18.071.061,79	-11.453.301,12	-3.766.873,90	5.096.368,92	13.787.671,31	25.373.878,86	145.605.317,70	
TASA DE DESCUENTO		10%										
TIR		23,15%										
VAN		\$ 46.529.625,35										

12.6.5 Punto de equilibrio



El análisis costo-volumen-utilidad, también conocido como análisis del punto de equilibrio, muestra las relaciones básicas entre costos e ingresos para diferentes niveles de producción y ventas, asumiendo valores constantes de ingresos y costos dentro de rangos razonables de operación. El resultado de la combinación de estas variables se expresa por

$$R = p \times q - v \times q - F$$

Donde:

- R es la utilidad;
- p, el precio;
- q, la cantidad producida y vendida;
- v, el costo variable unitario o CVMe
- F, los costos fijos totales.

Para determinar la cantidad de equilibrio (la que hace que la utilidad o resultado sea igual a cero), puede aplicarse la siguiente expresión algebraica, derivada de la anterior:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 225 de 268

$$q = \frac{F}{P - V}$$

Teniendo en cuenta los datos descritos anteriormente, fue posible calcular el punto de equilibrio. Los datos a tener en cuenta se basaron en los consumos y productos obtenidos en simulación de este proceso.



Tabla 93: Datos de entrada para cálculo de punto de equilibrio.

Concepto	
I (U\$s)	12.453.441,09
CF (U\$s)	1.507.025,27
CV (U\$s)	6.109.583,97
CVunit (U\$s/Tn)	556,79
CT (U\$s)	7.616.609,24
Q (Tn/año)	10.972,80
P (U\$s/Tn)	1.030,64
PE (Tn)	3.180,43
PE (U\$s)	3.277.867,44

Con esos datos y parámetros definidos se construye una tabla para poder ver los resultados gráficamente:

Tabla 94: Procedimiento de cálculo para punto de equilibrio.

CF		CV		CT		I	
Y	X	Y	X	Y	X	Y	X
1.507.025	0,00	0	0,00	1.507.025	0,00	0	0,00
1.481.325	1.000,00	556.794	1.000,00	2.063.819	1000,00	1.030.637	1000,00
1.481.325	2.000,00	1.113.587	2.000,00	2.620.612	2000,00	2.061.274	2000,00
1.481.325	3.000,00	1.670.381	3.000,00	3.177.406	3000,00	3.091.911	3000,00
1.481.325	4.000,00	2.227.174	4.000,00	3.734.199	4000,00	4.122.548	4000,00
1.481.325	5.000,00	2.783.968	5.000,00	4.290.993	5000,00	5.153.185	5000,00
1.481.325	6.000,00	3.340.761	6.000,00	4.847.786	6000,00	6.183.822	6000,00
1.481.325	7.000,00	3.897.555	7.000,00	5.404.580	7000,00	7.214.459	7000,00
1.481.325	8.000,00	4.454.348	8.000,00	5.961.373	8000,00	8.245.096	8000,00
1.481.325	9.000,00	5.011.142	9.000,00	6.518.167	9000,00	9.275.732	9000,00
1.481.325	10.000,00	5.567.935	10.000,00	7.074.960	10000,00	10.306.369	10000,00
1.481.325	11.000,00	6.124.729	11.000,00	7.631.754	11000,00	11.337.006	11000,00

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 226 de 268

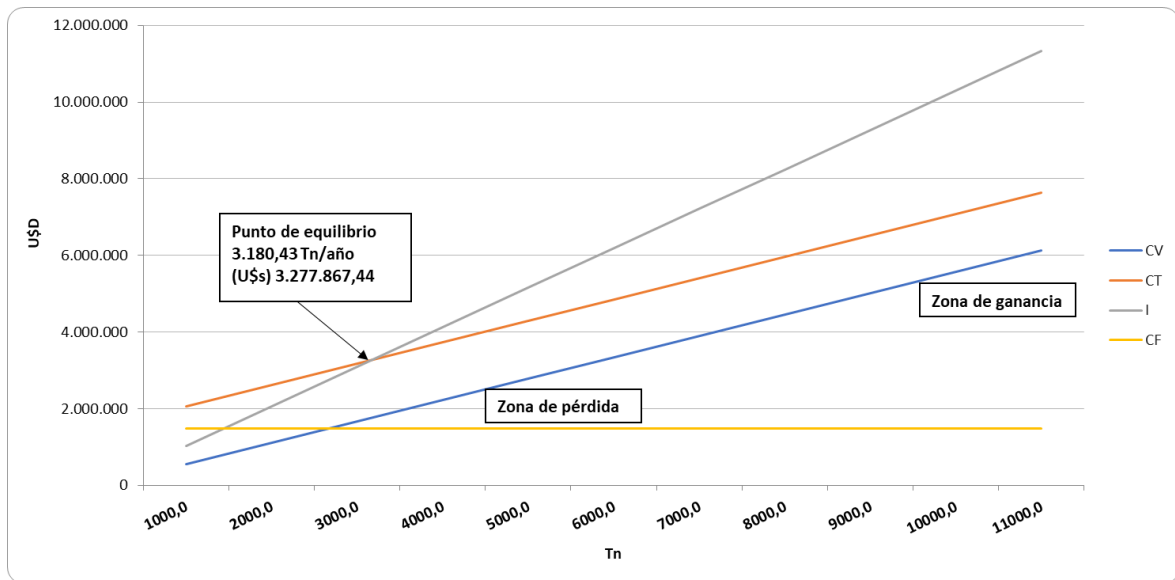


Ilustración 89: Cálculo de punto de equilibrio

Como conclusión de este punto se puede decir que la estimación de bienes producidos $q=10.972,80$ Tn/año está por encima de la cantidad de equilibrio $q_e=3180,43$ Tn/año, es por esto que se estaría cubriendo los costos de producción y además se generarían beneficios. Si se diera que la cantidad de bienes producidos es menor a la cantidad de equilibrio se estaría incurriendo en pérdidas al no poder costear la operación.



12.7. Análisis de sensibilidad

La importancia del análisis de sensibilidad radica en el hecho de que los valores de las variables que se han utilizado para llevar a cabo la evaluación del proyecto pueden tener desviaciones con efectos de consideración en la medición de sus resultados.

El análisis de sensibilidad revela el efecto que tienen las variaciones sobre la rentabilidad en los pronósticos de las variables relevantes.

Visualizar qué variables tienen mayor efecto en el resultado frente a distintos grados de error en su estimación permite decidir acerca de la necesidad de realizar estudios más profundos de esas variables a fin de mejorar las estimaciones y reducir el grado de riesgo por error.

Dependiendo del número de variables que se sensibilicen simultáneamente, el análisis puede clasificarse como unidimensional o multidimensional. En el análisis unidimensional, la sensibilización se aplica a una sola variable, mientras que en el análisis multidimensional se examinan los resultados que se producen por la incorporación simultánea de dos o más

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 227 de 268

variables relevantes. Aunque la sensibilización se aplica sobre las variables económico-financieras contenidas en el flujo de caja del proyecto, su ámbito de acción puede comprender cualquiera de las variables técnicas o de mercado, que son, en definitiva, las que configuran la proyección de los estados financieros. En otras palabras, la sensibilización de factores como la localización, el tamaño o la tecnología se reduce al análisis de sus inferencias económicas en el flujo de caja.



12.7.1 Análisis de sensibilidad a la tasa de descuento

Para este análisis se tomaron diferentes valores de tasa de descuento y se estudió la variación de los indicadores económicos, VAN y TIR, hasta el punto en el cual el valor de la tasa de descuento comienza a afectar de forma negativa los valores de VAN. Se observa que para tasa de descuento mayores a 20 % aproximadamente, se entra en zona de VAN negativo. Los valores calculados para este análisis se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 95: Resultados de análisis de sensibilidad de VAN y TIR ante variaciones de tasa de descuento.

Tasa de descuento	TIR	VAN
5%	29,30%	USD 152.302.877,98
6%	27,76%	USD 117.207.499,94
7%	26,53%	USD 92.332.169,45
9%	24,67%	USD 59.578.801,95
11%	23,31%	USD 39.142.288,81
13%	22,26%	USD 25.297.264,43
15%	21,43%	USD 15.376.220,00
19%	20,19%	USD 2.266.614,13
21%	19,71%	USD -2.236.076,56

Estos valores fueron representados de forma gráfica y fue posible observar que, a mayores valores de tasa de descuento, los valores de VAN y TIR van disminuyendo hasta el punto en el cual el valor de VAN comienza a dar márgenes negativos. La tendencia de estos resultados puede observarse en la siguiente ilustración:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 228 de 268

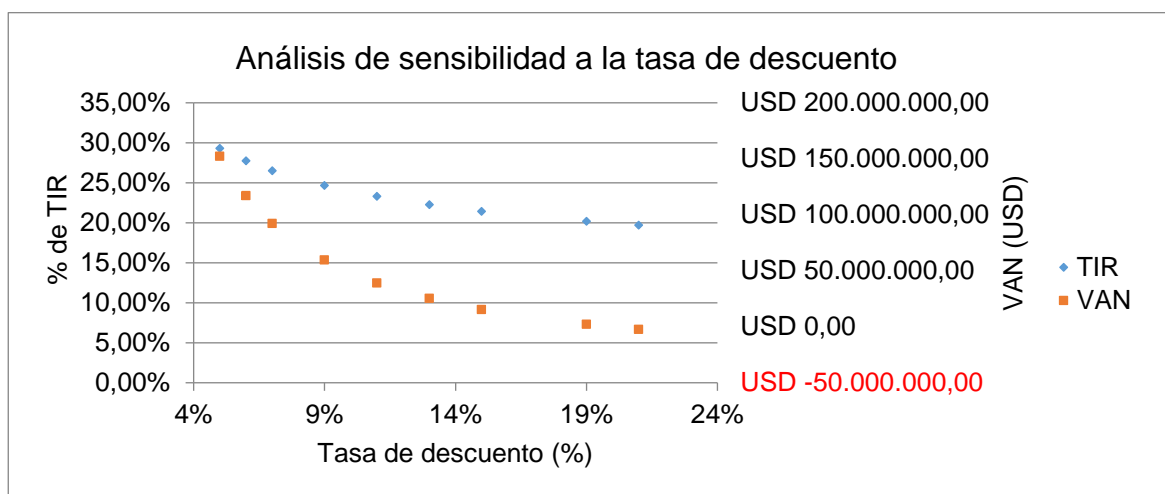


Ilustración 90: Análisis de sensibilidad a tasa de descuento.

12.7.2 Análisis de sensibilidad al precio


Como se mencionó con anterioridad, los parámetros más relevantes al momento del estudio económico financiero son los precios de la materia prima y del producto final. Se realizó el análisis de sensibilidad para la variación de estos parámetros.

12.7.2.1 Precio de materia prima principal

Para este análisis, se afectó el costo por año calculado anteriormente por un 10% de aumento por año. De esta forma, y colocando los datos obtenidos en flujo de caja, se puede determinar cómo VAN y TIR se ven afectados. Los resultados de este análisis pueden observarse en la siguiente tabla:

Tabla 96: Análisis de sensibilidad a precio de materia prima

Tipo de escenario	% Variación	Materia prima (USD/Tn)	TIR	VAN
Optimista	-25%	USD 4.201.372,80	27,9%	USD 60.486.823,12
Optimista	-20%	USD 4.481.464,32	27,5%	USD 58.708.241,97
Optimista	-15%	USD 4.761.555,84	27,0%	USD 56.929.660,81
Probable	-10%	USD 5.041.647,36	26,5%	USD 55.151.079,66
Actual	0%	USD 5.601.830,40	25,6%	USD 51.593.917,36
Probable	5%	USD 5.881.921,92	25,1%	USD 49.815.336,21
Pesimista	10%	USD 6.162.013,44	24,6%	USD 48.036.755,05
Pesimista	15%	USD 6.442.104,96	24,1%	USD 46.258.173,90

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 229 de 268

Pesimista	20%	USD 6.722.196,48	23,1%	USD 44.479.592,75
Pesimista	25%	USD 7.002.288,00	23,1%	USD 42.701.011,60
Pesimista	30%	USD 7.282.379,52	22,6%	USD 40.922.430,45

La tendencia de estos resultados puede observarse gráficamente en las siguientes ilustraciones:

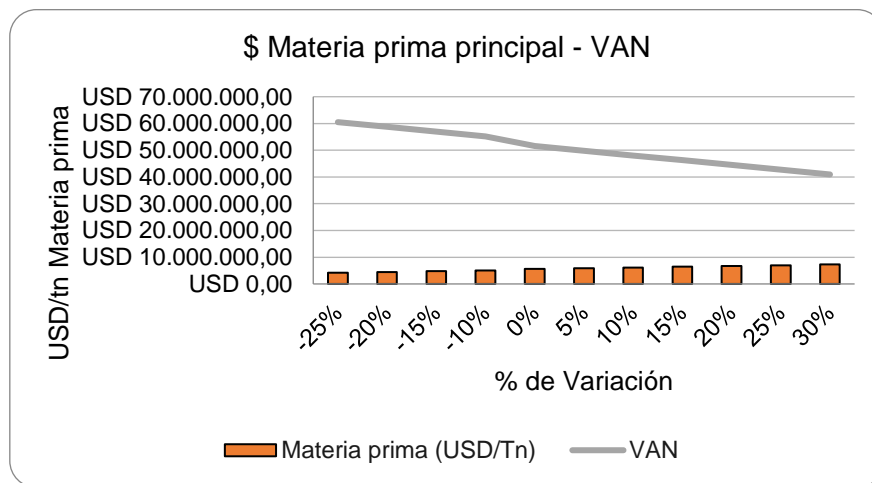


Ilustración 91: Variación de VAN ante variaciones en precio de materia prima.

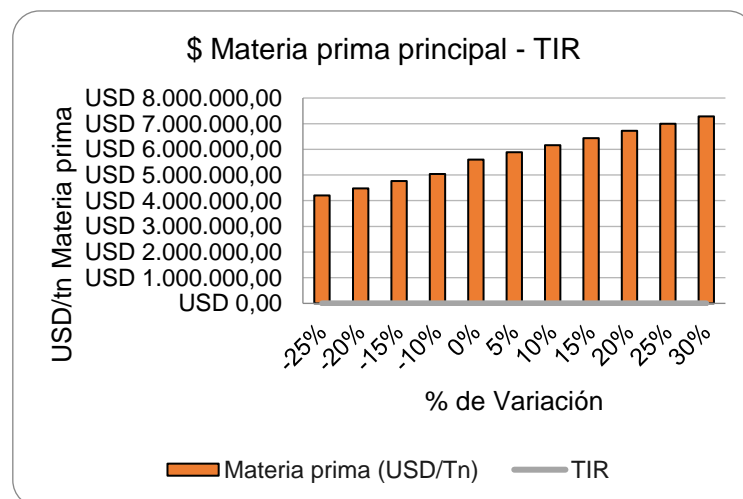




Ilustración 92: Variaciones de TIR ante modificaciones en precio de materia prima

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 230 de 268



12.7.2.2 Precio de producto final

Para este análisis, se afectó el costo por año calculado anteriormente por un 10% de depreciación por año. De esta forma, y colocando los datos obtenidos en flujo de caja, se pudo determinar cómo VAN y TIR se ven afectados. Los resultados de este análisis se observan en la siguiente tabla:

Tabla 97: Análisis de sensibilidad ante Variación de precio de producto final

Tipo de escenario	% Variación	Etanol anhidro (USD/Tn)	TIR	VAN
Pesimista	-25%	USD 8.481.729,76	16,7%	USD 18.710.811,92
Pesimista	-20%	USD 9.047.178,41	18,7%	USD 25.287.433,01
Pesimista	-15%	USD 9.612.627,06	20,6%	USD 31.864.054,10
Pesimista	-10%	USD 10.178.075,72	22,3%	USD 38.440.675,18
Actual	0%	USD 11.308.973,02	25,6%	USD 51.593.917,36
Probable	5%	USD 11.589.064,54	27,0%	USD 58.005.809,56
Optimista	10%	USD 11.869.156,06	28,3%	USD 64.417.701,75
Optimista	15%	USD 12.149.247,58	29,7%	USD 70.829.593,95
Optimista	20%	USD 12.429.339,10	30,9%	USD 77.241.486,15
Optimista	25%	USD 12.709.430,62	32,2%	USD 83.653.378,35

La tendencia de estos resultados puede observarse en las siguientes ilustraciones:

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 231 de 268

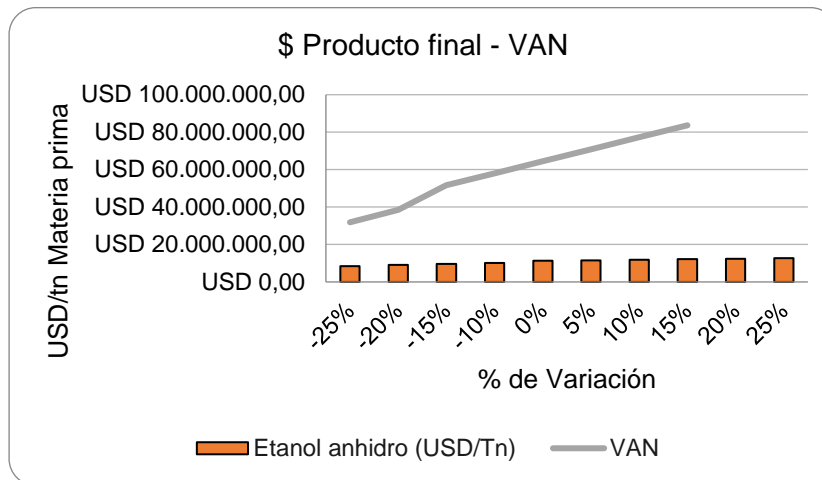


Ilustración 93: Valores de VAN para variaciones en precio de producto final

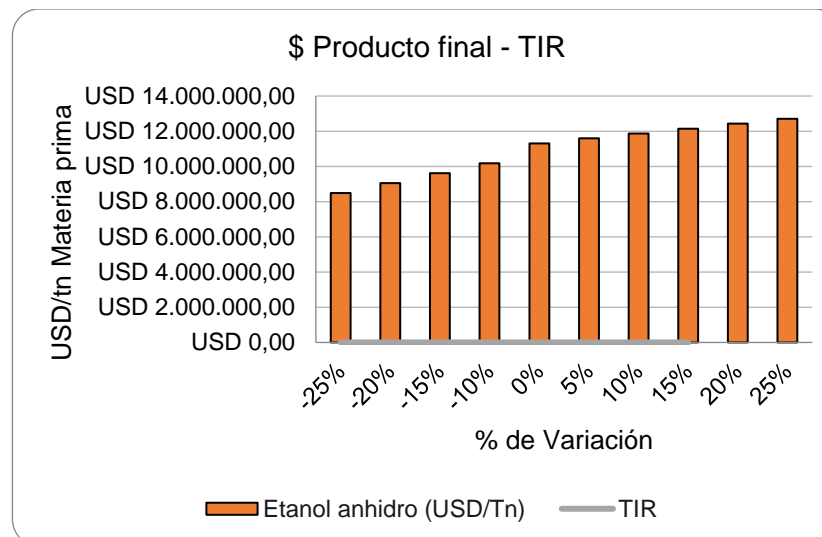



Ilustración 94: Variaciones de TIR ante modificaciones de producto final.

12.7.3 Análisis de sensibilidad a la inversión inicial

Para este análisis, se evaluó como se ve afectado VAN y TIR con el aumento de la inversión inicial que se debe realizar para el proyecto. Para ello, se estimó que la inversión inicial se vería afectada con un 10% de aumento por periodo y se estudió como los valores de VAN y TIR se ven afectados. Los resultados de este análisis se pueden observar a continuación.

Tabla 98: Valores de inversión inicial vs. VAN y TIR

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 232 de 268

	Inversión inicial (USD)	TIR	VAN
- \$	34.071.624,84	23,96%	USD 49.013.515,95
- \$	37.478.787,33	22,26%	USD 45.586.047,73
- \$	41.226.666,06	20,62%	USD 41.815.832,69
- \$	45.349.332,67	19,03%	USD 37.668.596,15
- \$	49.884.265,93	17,49%	USD 33.106.635,96
- \$	54.872.692,53	16,00%	USD 28.088.479,74
- \$	60.359.961,78	14,55%	USD 22.568.507,91
- \$	66.395.957,96	13,13%	USD 16.496.538,88

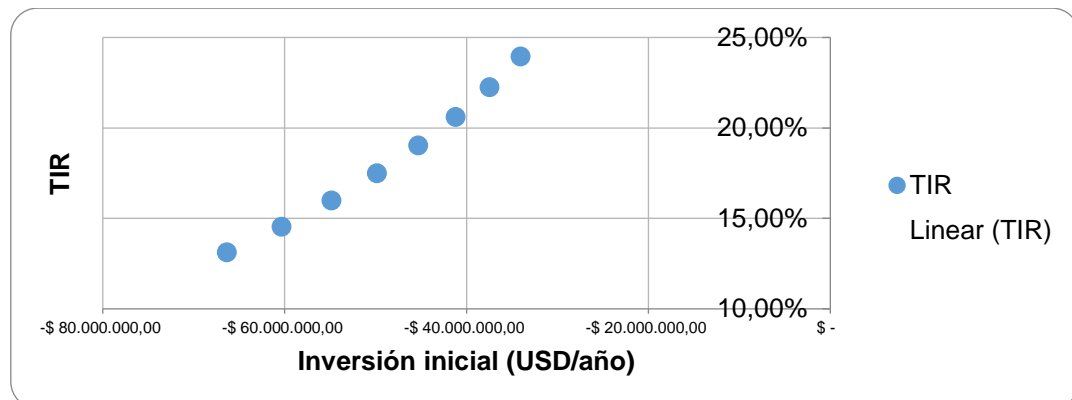


Ilustración 95: Valores de TIR ante variación en inversiones iniciales

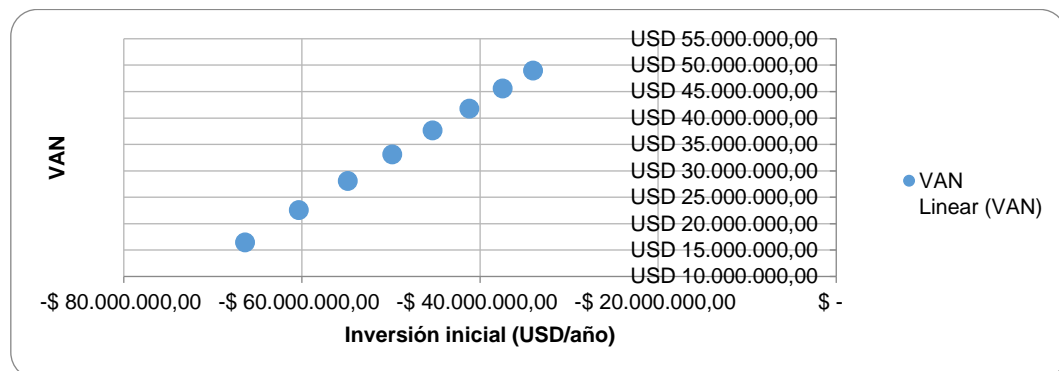






Ilustración 96: Valores de VAN ante variaciones de inversión iniciales

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 233 de 268

12.7.4 Conclusión

Luego de realizar el estudio de sensibilidad frente a diferentes factores, fue posible determinar que:



- Se puede determinar que, a mayores tasas de descuento, la rentabilidad del proyecto se ve afectada de forma negativa. Es importante tener control de la tasa de descuento a aplicar, ya que se ven afectado el valor de VAN y TIR de acuerdo a la variación de esta.
- El proyecto no admite mayores variaciones adversas en el precio del producto antes de entrar en terreno de VAN negativo. Por otro lado, es posible determinar que los niveles en el precio del etanol anhidro como así también, el precio de la materia prima principal, determinan, por sí mismos, la rentabilidad del proyecto. Difícilmente una variación adversa en cualquiera de éstos pueda ser compensada con una variación contraria en otra variable diferente.
- A mayores inversiones iniciales, se puede observar que el valor de VAN comienza a verse disminuido, como así también, el valor de TIR. Es importante tener control de las inversiones iniciales de proyecto antes de entrar en zona de valores de VAN negativos que puedan perjudicar la viabilidad del proyecto en sí.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 234 de 268

13. Bibliografía

Referencias

- (P.E.N.), P. E. (09 de 09 de 1960). *DECRETO Nº 10.877/60*. Obtenido de LEY 13.660 - REGLAMENTACION -: <http://www.dpe.gba.gov.ar/hidrocarburos/normas/Decreto10877.pdf>
- XXI CONCURSO UNIVERSITARIO FERIA DE LAS CIENCIAS, L. T.-B. (s.f.).
- Argentina, E. S. (18 de 1 de 1992). *Ley 24.051. Residuos Peligrosos. Ámbito de aplicación y disposiciones generales. Registro de Generadores y Operadores. Manifiesto. Generadores. Transportistas. Plantas de Tratamiento y disposición final. Responsabilidades. Infracciones y sanciones. Régimen penal. Aut.* Buenos Aires, Argentina.
- Argentina, G. N. (2015). *Aspectos Físicos: Suelo, Clima y Agua*. Buenos Aires.
- Argentina, M. d. (Periodo 2010-2016). *Ley 26093*. CABA.
- BIOCOMBUSTIBLES*. (s.f.). Recuperado el 2019, de <http://www.fao.org/3/a-BT092s.pdf>
- Bioetanol', T. d. (s.f.).
- Capdevila, V. (2015). *SIMULACIÓN DEL PROCESO FERMENTATIVO PARA LA OBTENCIÓN DE BIOETANOL*. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
- DÍAZ, J. A. (2018). *Producción de bioetanol a partir de subproductos de la industria vitivinícola. Utilización de orujos de uva blanca*.
- Diputados, S. y. (2006). *Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables*.
- Donato, N. B. (s.f.). *ANÁLISIS TEORICO DE LOS DIFERENTES PROCESOS PARA LA*. Villa María, Córdoba, Argentina.
- EPEN. (2007). *REGLAMENTO GENERAL PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA*. Neuquén.
- Fernández, R. A. (2017). *ESTUDIO DE LA OBTENCIÓN DE BIOETANOL*. UNIVERSIDAD DE CANTABRIA.
- FINLAY, D. A. (2010). *ESTUDIO EXPLORATORIO PARA LA PRODUCCIÓN*. Chile.
- FINLAY, D. A. (2010). *ESTUDIO EXPLORATORIO PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL Y CO-PRODUCTOS DE BIOREFINERÍA, A PARTIR DE RASTROJOS DE MAÍZ*. Chile.
- INDEC. (2018). *Informe técnico Biocombustibles*. Obtenido de https://www.indec.gov.ar/uploads/informesdeprensa/biocombustibles_05_18.pdf
- ITBA. (2016). *INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE BIOETANOL*. Buenos Aires.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 235 de 268

Kafarov, V. (2006). *Diseño de producción conjunta*. Santander, Colombia.

Lopez, B. (s.f.). *IngenieriaIndustrial.com*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/diseño-y-distribucion-en-planta/iluminacion/>

Minería, M. d. (2018). *Reporte de Precio Bioetanol*. Obtenido de República Argentina: https://glp.se.gob.ar/biocombustible/reporte_precios_bioetanol.php

Murcia, F. (s.f.). Obtenido de Promedio de vida útil de tuberías de plomería: <https://www.fontaneromurcia-24h.com/cual-es-el-promedio-de-vida-util-de-las-tuberias-de-plomeria/>

Norpatagonia. (s.f.). *Catálogo Solventes*.

Perales, C. A. (Marzo de 2015). *Obtención de bioetanol a partir de materiales lignocelulósicos sometidos a hidrólisis enzimática*. Obtenido de <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/46812/ArellanoPeralesCarla.pdf;jsessionid=193FDE7199EC906918247CDD55BE70BB?sequence=2>

Plastico. (Julio de 2012). *Dióxido de carbono como materia prima para polímeros y combustibles*. Obtenido de <http://www.plastico.com/temas/Dioxido-de-carbono-como-materia-prim-a-para-polimeros-y-combustibles+3088631>

provincial, P. e. (s.f.). *LEY DE AGUAS - "CÓDIGO DE AGUAS"*. Obtenido de LEY N° 899: <http://mininterior.gov.ar/provincias/neuquen/agua-neuquen.pdf>

(37/2016). *Resolución 37/2016 del Ministerio de Energía y Minería de la Nación*.

S.A., A. L. (s.f.). *Catálogo*. Obtenido de <https://www.airliquide.com/es/argentina/nuestra-oferta>



Scoletta, C. (2010). *Noticias de Biodiesel y Energías renovables*. Obtenido de <https://biodiesel.com.ar/3578/desarrollo-del-mercado-interno-de-la-comercializacion-de-biocombustibles-en-argentina>

Surtidores. (20 de 01 de 2018). *Surtidores.com.ar*. Obtenido de <http://www.surtidores.com.ar/crece-la-participacion-de-las-naftas-en-el-mercado-de-los-combustibles/>



y, N. I. (15 de 3 de 2022). *P&ID teoría*. Obtenido de <https://www.pirobloc.com/wp-content/uploads/2017/10/Pirobloc-que-es-un-piping-and-instrumentation-diagram.pdf>

Yenno, u. C. (26 de 07 de 2017). *AGROMAKER*. Obtenido de <http://agromaker.com.ar/argentina-tiene-14-plantas-grandes-elaboradoras-de-etanol-contra-198-de-ee-uu/>, AGROMAKER

- Buroz E. (1994). *Método de evaluación de impactos*, Curso de Postgrado Sobre Evaluación de impactos ambientales. FLACAM. La lata.
- <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/desarrollo-sostenible/evaluacion-ambiental/evaluacion-de-impacto-ambiental>

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 236 de 268

- Canter L.W. (1998) Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas de elaboración de estudios de Impacto. 2da Edición. Ed.McGrawHill.Interamericana .Madrid.
- Ing. Arturo López Raggi, Material de Catedra de Impacto ambiental.
- Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional del Neuquén

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 237 de 268

14. Anexos

Anexo A: Glosario de palabras clave

Aditivo: sustancias que intencionadamente se añaden a los alimentos para conservarlos evitando su deterioro, y también para colorearlos, darles sabor y mantener o mejorar su estructura.

Biocombustibles: combustibles para el transporte derivados de fuentes renovables como plantas y animales.



Bioetanol: compuesto químico obtenido a partir de la fermentación de los azúcares que puede utilizarse como combustible, solo, o bien mezclado en cantidades variadas con gasolina, y su uso se ha extendido principalmente para reemplazar el consumo de derivados del petróleo.

Materia Prima: materia extraída de la naturaleza y que se transforma para elaborar materiales que más tarde se convertirán en bienes de consumo.

Materia Prima de primera generación: aquellos derivados del maíz y caña de azúcar.

Materia prima de segunda generación: aquellos derivados de descartes agroalimentarios o forestales.

Orujo de uva: subproducto de la fabricación del vino; constituido por escobajo, pulpa y semillas de uva en proporciones variables.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 238 de 268

Anexo B: Producción según origen del viñedo. Uva destinada a elaborar vinos y Mostos.

PRODUCCIÓN SEGÚN ORIGEN DEL VIÑEDO UVA DESTINADA A ELABORAR VINOS Y MOSTOS - AÑO 2016 - En Quintales Métricos

PROVINCIA DE ORIGEN: NEUQUÉN

DEPARTAMENTO DE ORIGEN	DEPARTAMENTOS DE DESTINO MISMA ZONA			PROVINCIA DESTINO		TOTAL ORIGEN
	AÑELO	CONFLUENCIA	TOTAL	MENDOZA*	RÍO NEGRO**	
AÑELO	111.679	-	111.679	3.793	8.996	124.468
CONFLUENCIA	123	464	589	-	481	1.071
LACAR	-	-	-	-	22	22
PICUN LEUFU	-	160	160	-	-	160
Total	111.804	624	112.428	3.793	9.499	125.720

* Godoy Cruz, Luján de Cuyo, San Rafael y Tunuyán.- **General Roca.-



PROVINCIA DE ORIGEN: RÍO NEGRO

DEPARTAMENTO DE ORIGEN	DEPARTAMENTOS DE DESTINO MISMA ZONA					PROVINCIA DESTINO		TOTAL ORIGEN	
	ADOLFO ALSINA	AVELLANEDA	BARILOCHE	EL CUY	GENERAL ROCA	TOTAL	MENDOZA*		NEUQUÉN**
ADOLFO ALSINA	1.697	-	-	-	-	1.697	-	-	1.697
AVELLANEDA	-	90	-	-	3.296	3.385	503	-	3.888
EL CUY	-	-	-	373	2.484	2.857	-	-	2.857
GENERAL ROCA	-	-	28	260	43.377	43.666	2.522	88	46.276
Total	1.697	90	28	633	49.157	51.604	3.025	88	54.717

*Godoy Cruz, Luján de Cuyo, San Rafael y Tunuyán.- **Añelo.-

Distribución por Provincia y Departamentos - PROVINCIA DE ORIGEN: MENDOZA

DEPARTAMENTO ORIGEN	DEPARTAMENTOS DE DESTINO MISMA ZONA									
	GENERAL ALVEAR	GODOY CRUZ	GUAYMALLEN	JUNIN	LA PAZ	LAS HERAS	LAVALLE	LUJAN DE CUYO	MAIPU	RIVADAVIA
GENERAL ALVEAR	134.000	-	-	95	-	-	-	-	417	-
GUAYMALLEN	-	703	11.207	236	-	2.630	6.904	773	17.172	130
JUNIN	-	2.480	8.502	300.537	-	-	1.655	39.951	73.734	182.490
LA PAZ	-	-	149	1.583	1.901	-	-	1.128	-	47
LAS HERAS	-	-	3.338	-	-	39.653	50.915	4.181	27.657	-
LAVALLE	-	8.216	44.437	23.502	-	12.602	678.538	53.534	116.300	16.742
LUJAN DE CUYO	-	35.210	17.522	28.944	-	5.468	1.024	471.299	208.606	55.103
MAIPU	-	14.888	41.443	30.560	-	-	11.843	148.090	388.794	32.377
RIVADAVIA	-	2.335	2.898	172.236	-	-	1.500	20.374	35.780	528.637
SAN CARLOS	-	10.410	4.300	3.551	-	-	-	134.630	90.069	6.655
SAN MARTIN	-	2.194	42.321	203.675	-	2.017	55.335	16.284	130.249	104.980
SAN RAFAEL	98.854	120	-	1.411	-	-	-	2.800	470	130
SANTA ROSA	-	2.134	538	37.907	-	-	-	153	22.562	49.751
TUNUYAN	-	-	12.223	7.915	9.591	-	-	40	175.363	31.575
TUPUNGATO	-	28.430	13.577	1.730	-	-	-	263.785	112.881	15.714
Total	233.853	119.188	198.204	813.017	1.961	62.380	807.972	1.363.744	1.426.176	1.024.349

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 239 de 268



DEPARTAMENTO ORIGEN	DEPARTAMENTOS DE DESTINO MISMA ZONA							OTRAS PROVINCIAS	TOTAL ORIGEN	
	SAN CARLOS	SAN MARTIN	SAN RAFAEL	SANTA ROSA	TUNUYAN	TUPUNGATO	TOTAL	SAN JUAN* Y ENTRE RIOS**		
GENERAL ALVEAR	-	200	4.410	-	-	-	510	140.706	-	140.706
GUAYMALLEN	-	3.902	-	-	-	-	-	43.726	-	43.726
JUNIN	-	164.502	-	23.205	-	-	-	797.125	-	797.125
LA PAZ	-	-	-	624	-	-	-	5.492	-	5.492
LAS HERAS	-	9.903	-	-	-	-	-	135.648	-	135.648
LAVALLE	-	283.997	11.975	-	-	-	-	1.229.844	-	1.229.844
LUJAN DE CUYO	-	48.384	198	-	-	-	851	870.067	254	870.321
MAIPU	-	189.278	82	278	525	-	-	855.927	-	855.927
RIVADAVIA	-	113.783	-	12.708	-	-	-	899.306	-	899.306
SAN CARLOS	104.172	38.706	23.609	-	89.411	28.778	-	538.308	8.303	546.701
SAN MARTIN	-	1.428.382	-	34.553	98	-	-	2.029.087	-	2.029.087
SAN RAFAEL	-	-	626.750	-	2.890	3.341	-	736.785	-	736.785
SANTA ROSA	-	140.174	-	78.575	-	-	-	402.755	-	402.755
TUNUYAN	11.871	24.123	5.378	-	207.257	53.394	-	678.857	622	679.778
TUPUNGATO	9.460	52.240	10.538	-	29.259	290.202	-	817.865	402	818.267
Total	125.533	2.477.712	682.944	149.943	329.441	365.078	10.181.497	9.971	10.191.468	

* CORESPONDE AL DEPARTAMENTO CAPITAL

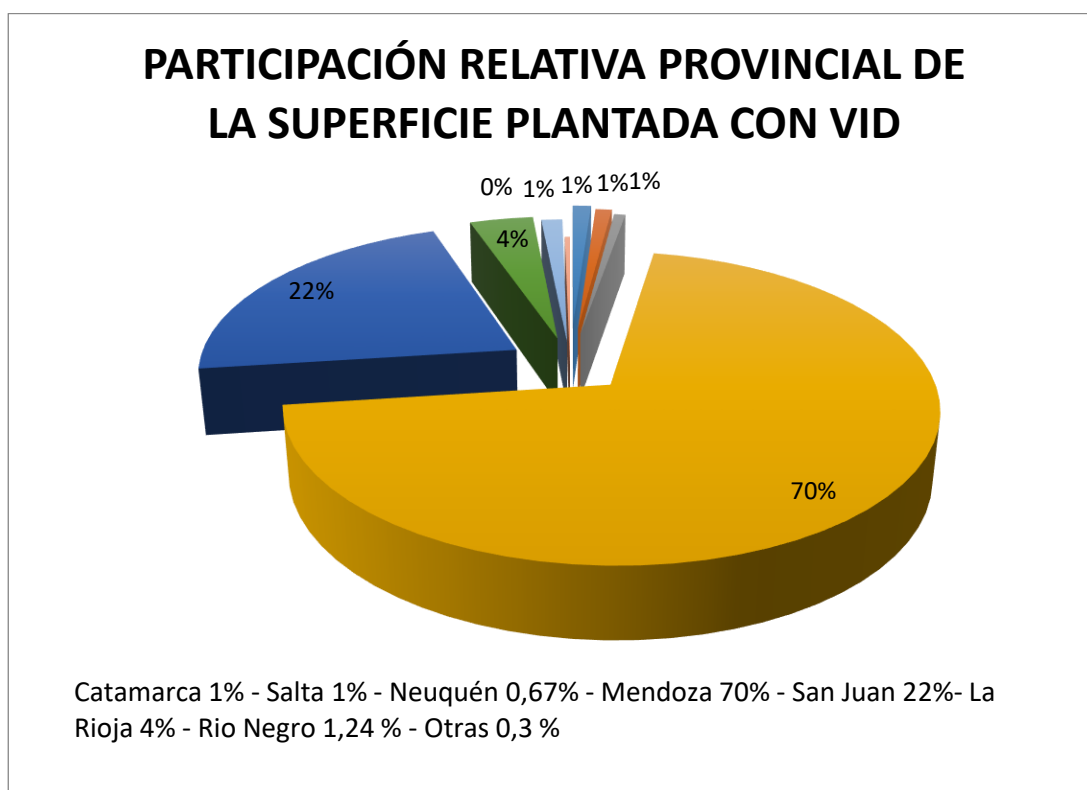
** CORESPONDE AL DEPARTAMENTO VICTORIA

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE VITIVINICULTURA - Form. OJ y CCO-04-
 ELABORADO: Departamento de Estadísticas y Estudios de Mercado -



Fuente: Instituto Nacional de la Vitivinicultura

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 240 de 268

Anexo C: Participación relativa provincial de la superficie plantada con VID.



* Base de datos congelada al cierre de la cosecha - INSTITUTO NACIONAL DE VITIVINICULTURA

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 241 de 268

Anexo D: Legislaciones

D.1 Agua



Fijase como valores permisibles del vertido de efluentes a cuerpos de agua los valores que detallan en el Anexo II del Decreto 790/99.

ANEXO II - DECRETO 790/99

LIMITES PERMISIBLES EN EL VERTIDO A CURSO DE AGUA

Parámetro	límites permisibles en el vertido a curso de agua	
PH	6,5 - 9,5	
Temperatura	45	°C
Nitrógeno Amoniacal	3	mg/l
Coliformes totales	5000	NMP/100ml
SSEE: Grasas y Aceites	50	mg/l
Sólidos Sedimentables en 10'	su valor está acotado por el parámetro SS 2 hs.	
Sólidos Sedimentables en 2 hs	1	ml/l
Demanda Bioquímica de Oxígeno	sobre muestra bruta: 50	mg/l
Demanda Química de Oxígeno	sobre muestra bruta: 250	mg/l
Hidrocarburos totales	30	mg/l
Sustancias Fenólicas	0,5	mg/l
Detergentes	1	mg/l
Hierro, Fe (soluble)	2	mg/l
Manganeso, Mn (soluble)	0,5	mg/l
Cromo total, Cr	0,5	mg/l
Cinc, Zn	2	mg/l
Cobre, Cu	0,1	mg/l
Níquel, Ni	2	mg/l
Mercurio, Hg	0,005	mg/l
Arsénico, As	0,5	mg/l
Cianuro, CN-	0,1	mg/l
Plomo, Pb	0,05	mg/l
Cadmio, Cd	0,1	mg/l
Fósforo total	(1)	1 mg/l
Nitrógeno total	(1)	10 mg/l
Plaguicidas	Orgánicos Clorados	0,05 mg/l
	Orgánicos Fosforados	0,1 mg/l

(1) Estos límites serán sólo exigidos en las descargas a ambientes favorables a procesos de eutroficación.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 242 de 268

D.2 Ley 25612 RESIDUOS INDUSTRIALES



GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS INDUSTRIALES Y DE ACTIVIDADES DE SERVICIOS Establézcanse los presupuestos mínimos de protección ambiental sobre la gestión integral de residuos de origen industrial y de actividades de servicio, que sean generados en todo el territorio nacional y derivados de procesos industriales o de actividades de servicios. Niveles de riesgo. Generadores. Tecnologías. Registros. Manifiesto. Transportistas. Plantas de tratamiento y disposición final. Responsabilidad civil. Responsabilidad administrativa. Jurisdicción. Autoridad de aplicación. Disposiciones complementarias. Sancionada: Julio 3 de 2002. Promulgada Parcialmente: Julio 25 de 2002.

Contaminante	Valor Caracaterístico	Carga contaminante media diaria (equiv. 100 Hab/día)*
PH **	6 - 8	---
Temperatura **	20 ° C	---
Sólidos Suspendedos Totales	220 mg/L	3520 g/d
Sólidos Sedimentables **	6 ml/L 1h	---
Aceites y Grasas	60 mg/L	960 g/d
Hidrocarburos fijos	10 mg/L	160 g/d
Hidrocarburos totales	11 mg/L	176 g/d
Hidrocarburos volátiles	1 mg/l	16 g/d
DBO5	250 mg O ₂ /L	4000 g/d
Aluminio	1 mg/L	16 g/d
Arsénico	0,05 mg/L	0,8 g/d
Boro	0,75 mg/L	12,8 g/d
Cadmio	0,01 mg/L	0,16 g/d
Cianuro	0,20 mg/L	3,2 g/d

D.3 Control de Emisiones Resolución260/17

La SECRETARÍA DE CONTROL Y MONITOREO AMBIENTAL debe expedir los certificados de aprobación relativos a la emisión de gases contaminantes y nivel sonoro que los fabricantes deben presentar ante la SECRETARÍA DE LA INDUSTRIA Y SERVICIOS, para solicitar la Licencia de Configuración de Modelo (LCM)

D.4 Emisión de dióxido de carbono Decreto N°0029 Anexo I

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 243 de 268

Artículo 2º, inciso e).- DEFINICIONES: A los efectos de la aplicación e interpretación del art. 2 inc. e) de la ley 2175, se utilizarán las siguientes definiciones:

Gas combustible: gas aprovechable como combustible, una vez separados los gases inertes y/o tóxicos.-

Gas aprovechado: fracción del gas producido tratado o no, utilizado para algún fin, tal como la reinyección, consumo propio, venta u otros.-



Gases inertes no combustibles, tales como el dióxido de carbono (CO₂), el nitrógeno (N₂) u otros, y tóxicos como el sulfuro de hidrógeno (H₂S) u otros.-

Relación gas-petróleo (RGP): relación entre el caudal de gas y el caudal de hidrocarburos líquidos, llevado a condiciones normales de presión y temperatura (una atmósfera y 15° C), sean estos provenientes de un pozo ó medidos en las distintas instalaciones.-

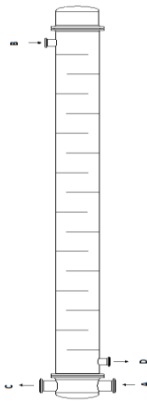
(2º párrafo) En los casos que por razones técnicas el gas no aprovechado no se pueda quemar en la antorcha, el operador deberá presentar un informe con la documentación que justifique el aventamiento del gas sin quemar.-


Artículo 2º, inciso d).- A los efectos de calcular la tasa a percibir por el venteo de gas, se tendrá en cuenta solamente el volumen de gases combustibles aventados, valorizados al precio promedio ponderado del gas natural de la cuenca Neuquina del período correspondiente en cabecera del gasoducto.-

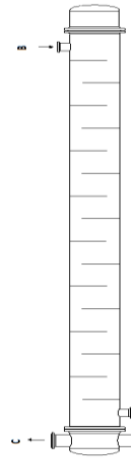
Artículo 7º.- Toda emisión de gases a la atmósfera deberá ser comunicada a la Autoridad de aplicación, mediante la presentación mensual de una declaración jurada que como **Anexo I** forma parte integrante de la presente norma. (ubicación de la instalación, caudal aventado, composición, causas del aventamiento, puntos de medición, punto de emisión).-

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 244 de 268

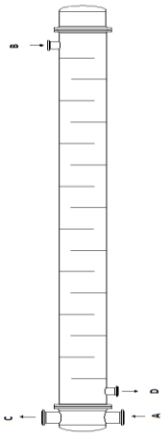
Anexo E – Hojas de dato de equipos

INTERCAMBIADOR DE CORAZA Y TUBO										
DENOMINACIÓN		E-101		PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOETANOL ANHIDRO A PARTIR DE ORUJO DE UVAS		PV BIOET				
PRODUCTOS MANIPULADOS		H2O (VAPOR; LÍQUIDO)		CONEXIONES						
ÁREA		100								
DATOS DE OPERACIÓN										
TUBOS		CORAZA		MARCA		DENOMINACIÓN		TAMAÑO (in)		
Fase	Líquido	Vapor	Vapor	A	Entrada de tubos	B	Entrada de coraza	C	4	
Caudal másico (Kg/h)	12,21	12,21	15,66	B	Entrada de coraza	C	Entrada de tubos	D	6	
Caudal volumétrico (m3/h)	0,22	0,22	0,28	C	Salida de tubos	D	Salida de coraza		4	
Presión de operación (KPa)	500	250	1490,84	D					6	
Temperatura de operación (°C)	25,04	180	198							
Densidad (Kg/m3)	1000	856,21	1,20							
Capacidad calorífica (KJ/Kg.°C)	75,68	81,041	35,205							
Caída de presión permitida (KPa)	0,028		0,163							
Área de transferencia (m2)	9,1		9,1							
Posición	Horizontal		Horizontal							
DATOS DE DISEÑO										
TUBOS		CORAZA		ESQUEMA						
Presión de diseño (Kg/cm2)	706,8	456,8	1697,639							
Temperatura de diseño (°C)	45,04	200,00	218,00							
Material	AISI 304									
Diámetro (m)	1,119									
Longitud (m)	2,913									
Número de pasos	1:2									
Norma de diseño	TEMA									
Posición	Horizontal	Número de deflectores								
Número de tubos	376	Tipo de aislación		Lana y chapa						
Disposición	Triangular	Espesor de aislación (mm)		50						

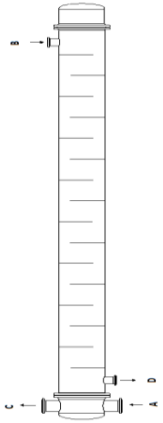
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN	PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
	Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas					
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 245 de 268


INTERCAMBIADOR DE CORAZA Y TUBO									
DENOMINACIÓN		E-108		CORAZA		TUBOS		CONEXIONES	
PRODUCTOS MANIPULADOS		Corriente de proceso (compuestos orgánicos) ; H2SO4; H2O		Líquido		Líquido		PV BIOET	
ÁREA		100		Líquido		Líquido		PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOETANOL ANHIDRO A PARTIR DE ORUJO DE UVAS	
DATOS DE OPERACIÓN									
		Líquido		Líquido		Líquido		MARCA	
Fase		Líquido		Líquido		Líquido		DENOMINACIÓN	
Caudal másico (kg/h)		39,3		1810		1810		Entrada de tubos	
Caudal volumétrico (m3/h)		5,929		1,81		1,81		Entrada de coraza	
Presión de operación (KPa)		500		2,06		1,50		Salida de tubos	
Temperatura de operación (°C)		24,22		18		29,8		Salida de coraza	
Densidad (kg/m3)		1222		1000,00		1001,00			
Capacidad calorífica (KJ/Kg.°C)		241,90		238,800		33,550			
Caída de presión permitida (KPa)		50		0,563					
Área de transferencia (m2)		60,32		60,32					
Posición		Horizontal		Horizontal					
DATOS DE DISEÑO									
		TUBOS		CORAZA		CORAZA		ESQUEMA	
Presión de diseño (Kg/cm2)		706,8		656,8		208,864			
Temperatura de diseño (°C)		44,22		40,00		38,00			
Material		AISI 304		AISI 304					
Diámetro (m)		0,739		0,739					
Longitud (m)		6		6					
Número de pasos		1;2		1;2					
Norma de diseño		TEMA		TEMA					
Posición		Horizontal		Número de deflectores					
Número de tubos		320		Tipo de aislación		Lana y chapa			
Disposición		Triangular		Espesor de aislación (mm)		50			


 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN	PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
	Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas					
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 246 de 268


INTERCAMBIADOR DE CORAZA Y TUBO		PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOETANOL ANHIDRO A PARTIR DE ORUJO DE UVAS	
E-105		PV BIOET	
Corriente de proceso (compuestos orgánicos); H ₂ SO ₄ ; H ₂ O			
100			
CONEXIONES			
	MARCA	DENOMINACIÓN	TAMAÑO (in)
	A	Entrada de tubos	4
	B	Entrada de coraza	6
	C	Salida de tubos	4
	D	Salida de coraza	6
DATOS DE OPERACIÓN			
	TUBOS	CORAZA	
	Líquido	Vapor	
Fase			
Caudal másico (kg/h)	641,2	621	Vapor
Caudal volumétrico (m³/h)	0,63	0,62	621
Presión de operación (KPa)	169	1491,00	0,622
Temperatura de operación (°C)	23,32	25	1002,00
Densidad (Kg/m³)	1027	1050,00	180
Capacidad calorífica (KJ/Kg.°C)	1,74	4,433	856,00
Caída de presión permitida (KPa)		488,3	874,70
Area de transferencia (m²)		0,47	4,500
Posición		Horizontal	3,855
DATOS DE DISEÑO			
	TUBOS	CORAZA	
Presión de diseño (Kg/cm²)	375,8	456,8	1697,800
Temperatura de diseño (°C)	43,32	45,00	218,00
Material	AISI 304		
Diámetro (m)	0,739		
Longitud (m)	6		
Número de pasos	1;2		
Norma de diseño	TEMA		
Posición	Horizontal	Número de deflectores	
Número de tubos	80	Tipo de aislación	Lana y chapa
Disposición	Triangular	Espesor de aislación (mm)	50
ESQUEMA			
			

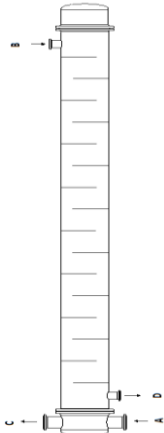
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN	PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
	Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas					
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 247 de 268


INTERCAMBIADOR DE CORAZA Y TUBO									
DENOMINACIÓN		E-204		PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOETANOL ANHIDRO A PARTIR DE ORUJO DE UVAS		PV BIOET			
PRODUCTOS MANIPULADOS		H2O (VAPOR; LÍQUIDO)		MARCA		DENOMINACIÓN		TAMAÑO (in)	
ÁREA		200		CONEXIONES					
DATOS DE OPERACIÓN									
		TUBOS		CORAZA					
Fase		Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	A	Entrada de tubos	4	
Caudal másico (kg/h)		6776	6776	4347	4347	B	Entrada de coraza	6	
Caudal volumétrico (m3/h)		5,442	5,44	4,36	4,356	C	Salida de tubos	4	
Presión de operación (KPa)		225	275	2,65	4,76	D	Salida de coraza	6	
Temperatura de operación (°C)		45,00	35	2,2	32				
Densidad (kg/m3)		1203	1150,00	1009,00	1001,00				
Capacidad calorífica (KJ/Kg.°C)		252,45	245,300	33,215	33,635				
Caída de presión permitida (KPa)		4,54		0,35					
Área de transferencia (m2)		60,32		60,32					
Posición		Horizontal		Horizontal					
DATOS DE DISEÑO									
		TUBOS		CORAZA		ESQUEMA			
Presión de diseño (kg/cm2)		431,8	481,8	209,445	211,559				
Temperatura de diseño (°C)		65,00	55,00	42,00	52,00				
Material		AISI 304							
Diámetro (m)		0,739							
Longitud (m)		6							
Número de pasos		1:2							
Norma de diseño		TEMA							
Posición		Horizontal	Número de deflectores						
Número de tubos		80	Tipo de aislación		Lana y chapa				
Disposición		Triangular	Espesor de aislación (mm)		50				


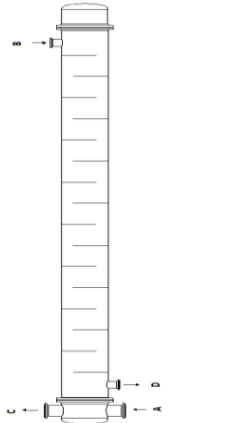
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN	PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
	Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas					
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 248 de 268


INTERCAMBIADOR DE CORAZA Y TUBO									
DENOMINACIÓN		E-300		PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOETANOL ANHIDRO A PARTIR DE ORUJO DE UVAS		PV BIOET			
PRODUCTOS MANIPULADOS		H2O (VAPOR; LÍQUIDO)							
ÁREA		300							
DATOS DE OPERACIÓN									
	TUBOS		CORAZA		MARCA	DENOMINACIÓN	TAMAÑO (in)	CONEXIONES	
	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido				A	B
Fase	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	A	Entrada de tubos	4		
Caudal másico (kg/h)	230,00	230,000	4,380	4,380	B	Entrada de coraza	4		
Caudal volumétrico (m ³ /h)	5,442	5,44	0,00440	0,00440	C	Salida de tubos	3		
Presión de operación (KPa)	250	200	1491,00	892,30	D	Salida de coraza	4		
Temperatura de operación (°C)	25,09	35	198	175					
Densidad (Kg/m ³)	1007	999,80	856,00	879,90					
Capacidad calorífica (KJ/kg.°C)	75,69	76,150	81,060	79,480					
Caída de presión permitida (KPa)	6,91		0,0241						
Área de transferencia (m ²)	0,23		0,23						
Posición	Horizontal		Horizontal						
DATOS DE DISEÑO									
	TUBOS		CORAZA		ESQUEMA				
	Presión de diseño (Kg/cm ²)	456,8	406,8	1697,800	1099,100				
Temperatura de diseño (°C)	45,09	55,00	218,00	195,00					
Material	AISI 304								
Diámetro (m)	0,739								
Longitud (m)	6								
Número de pasos	1:2								
Norma de diseño	TEMA								
Posición	Horizontal	Número de deflectores		Lana y chapa					
Número de tubos	163	Tipo de aislación		50					
Disposición	Triangular	Espesor de aislación (mm)							

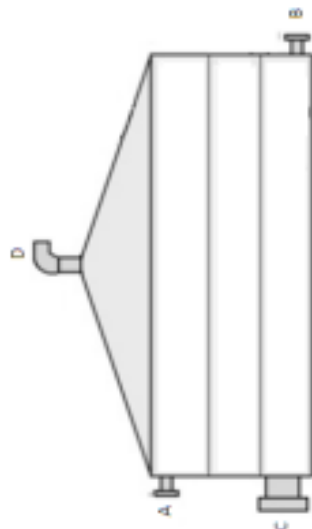
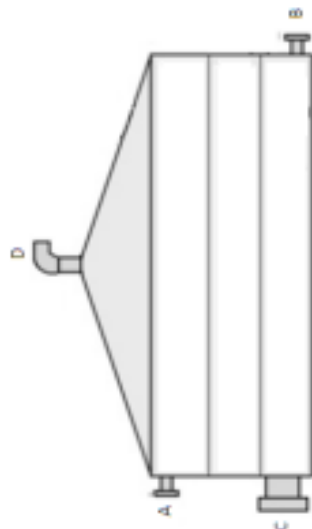
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN	PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
	Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas					
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 249 de 268

INTERCAMBIADOR DE CORAZA Y TUBO													
DENOMINACIÓN		E-500		PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOETANOL ANHIDRO A PARTIR DE ORUJO DE UVAS		PV BIOET							
PRODUCTOS MANIPULADOS		Corriente de proceso (compuestos orgánicos); H2SO4; H2O RESIDUO											
ÁREA		500											
DATOS DE OPERACIÓN													
		TUBOS		CORAZA		MARCA		CONEXIONES					
Fase		Vapor	Mezcla	Líquido	Líquido	A	Entrada de tubos	TAMAÑO (in)					
Caudal másico (Kg/h)		2032,00	2032,000	42250,000	42250,000	B	Entrada de coraza	4					
Caudal volumétrico (m3/h)		1,947	1,95	42,34000	42,34000	C	Salida de tubos	3					
Presión de operación (KPa)		108	57,11	2,65	4,76	D	Salida de coraza	4					
Temperatura de operación (°C)		101,20	85	22	32								
Densidad (Kg/m3)		972,4	2,33	1001,00	1005,00								
Capacidad calorífica (KJ/Kg.°C)		84,06	74,970	33,570	33,570								
Caída de presión permitida (KPa)		50,89		2,115									
Área de transferencia (m2)		6,75		6,75									
Posición		Horizontal		Horizontal									
DATOS DE DISEÑO													
		TUBOS		CORAZA		ESQUEMA							
Presión de diseño (Kg/cm2)		314,8	263,91	209,445	211,559								
Temperatura de diseño (°C)		121,20	105,00	42,00	52,00								
Material		AISI 304											
Diámetro (m)		0,739											
Longitud (m)		6											
Número de pasos		1:2											
Norma de diseño		TEMA											
Posición		Horizontal		Número de deflectores						Lana y chapa		50	
Número de tubos		152		Tipo de aislación						Lana y chapa		50	
Disposición		Triangular		Espesor de aislación (mm)						Lana y chapa		50	


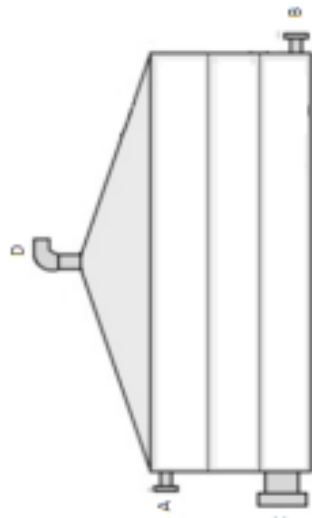
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN	PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
	Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas					
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 250 de 268



INTERCAMBIADOR DE CORAZA Y TUBO				PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOETANOL ANHIDRO A PARTIR DE ORUJO DE UVAS							
DENOMINACIÓN E-505		PRODUCTOS MANIPULADOS Corriente de proceso (compuestos orgánicos); H2O									
ÁREA 500											
DATOS DE OPERACIÓN				CONEXIONES							
Fase	TUBOS		CORAZA		MARCA	DENOMINACIÓN	TAMAÑO (in)				
	Vapor	Mezcla	Líquido	Líquido				A	Entrada de tubos	4	
Caudal másico (Kg/h)	1329,00	1329,000	65120,000	65120,000	B	Entrada de coraza	3				
Caudal volumétrico (m3/h)	1,66	1,66	65,25000	65,25000	C	Salida de tubos	2				
Presión de operación (KPa)	105	36,05	2,65	4,76	D	Salida de coraza	3				
Temperatura de operación (°C)	78,86	35	22	32							
Densidad (kg/m3)	850	932,00	1001,00	1005,00							
Capacidad calorífica (KJ/Kg.°C)	71,97	74,970	33,570	33,570							
Caída de presión permitida (KPa)		68,95		2,115							
Área de transferencia (m2)		20,33		60,32							
Posición	Horizontal		Horizontal								
DATOS DE DISEÑO				ESQUEMA							
Presión de diseño (Kg/cm2)	TUBOS		CORAZA								
	Temperatura de diseño (°C)	311,8	242,85	209,445					211,559		
Material	98,86	55,00	42,00	52,00							
Diámetro (m)	AISI 304										
Longitud (m)	0,739										
Número de pasos	6										
Norma de diseño	1:2										
Posición	TEMA										
Número de tubos	Horizontal	Número de deflectores									
Disposición	160	Tipo de aislación	Lana y chapa								
	Triangular	Espesor de aislación (mm)	50								


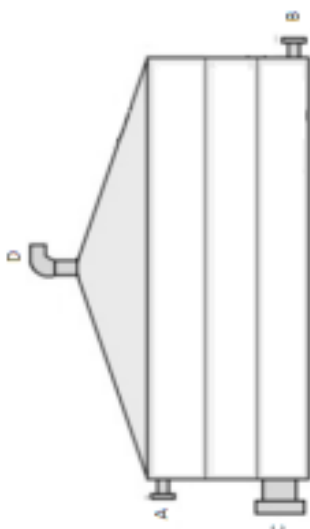
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN	PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
	Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas					
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 251 de 268


Tanque mezclador		PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOETANOL ANHIDRO A PARTIR DE ORUJO DE UVAS	PV BIOET		
DENOMINACIÓN	TK-103				
PRODUCTOS MANIPULADOS	H2O; H2SO4; MATERIA PRIMA				
ÁREA	100				
DATOS DE OPERACIÓN				CONEXIONES	
Capacidad (m3)	56,75			A	Entrada
Caudal másico (Kg/h)	7423	B	Salida	6	
Caudal volumétrico (m3/h)	5,94	C	Boca de hombre	24"	
Presión de operación (KPa)	2,5	D	Venteo	3"	
Temperatura de operación (°C)	190	E	Instrumentación	3/4"	
Posición	Vertical				
DATOS DE DISEÑO		ESQUEMA			
Presión de diseño (Kg/cm2)	209,3				
Temperatura de diseño (°C)	210				
Material de construcción	Acero al carbono				
Diámetro (m)	2,74				
Altura	9,601				
DATOS CONSTRUCTIVOS					
Sobre espesor de corrosión (mm)	5				
Aislación	Lana y chapa de aluminio				
Espesor de aislación (mm)	50				
Tipo de cabezal Superior	Fijo				
Tipo de cabezal inferior	Plano				
Espesor de la pared (mm)	30				
Norma de diseño	ASME B16.5				



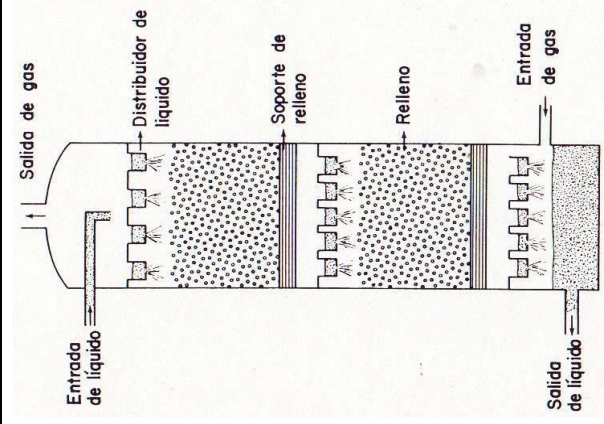
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN	PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
	Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas					
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 252 de 268


Tanque mezclador		PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOETANOL ANHIDRO A PARTIR DE ORUJO DE UVAS	
DENOMINACIÓN	TK-702	PV BIOET 	
PRODUCTOS MANIPULADOS	ETANOL ANHIDRO; H ₂ O		
ÁREA	700		
DATOS DE OPERACIÓN		CONEXIONES	
Capacidad (m ³)	3,2	A	Entrada 4"
Caudal másico (Kg/h)	1270	B	Salida 4"
Caudal volumétrico (m ³ /h)	5,94	C	Boca de hombre 24"
Presión de operación (KPa)	147,1	D	Venteo 3"
Temperatura de operación (°C)	32	E	Instrumentación 3/4"
Posición	Vertical		
DATOS DE DISEÑO		ESQUEMA	
Presión de diseño (Kg/cm ²)	353,9		
Temperatura de diseño (°C)	52		
Material de construcción	Acero al carbono		
Diámetro (m)	0,65		
Altura	9,643		
DATOS CONSTRUCTIVOS			
Sobre espesor de corrosión (mm)	5		
Aislación	Lana y chapa de aluminio		
Espesor de aislación (mm)	50		
Tipo de cabezal Superior	Fijo		
Tipo de cabezal inferior	Plano		
Espesor de la pared (mm)	30		
Norma de diseño	ASME B16.5		


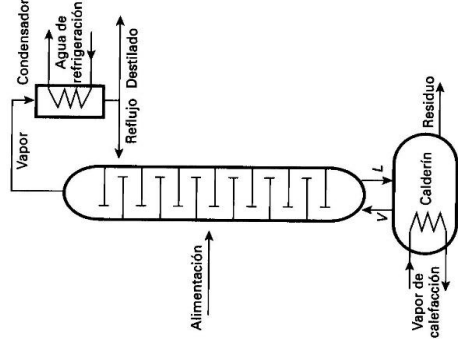
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN	PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
	Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas					
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 253 de 268


Tanque almacenamiento		PV BIOET 
DENOMINACIÓN	TK-700	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOETANOL ANHIDRO A PARTIR DE ORUJO DE UVAS
PRODUCTOS MANIPULADOS	L ANHIDRO; H ₂ O; compuestos org.	
ÁREA	700	CONEXIONES
DATOS DE OPERACIÓN		A
Capacidad (m ³)	0,4128	Entrada
Caudal másico (Kg/h)	1719	B
Caudal volumétrico (m ³ /h)	1,649	Salida
Presión de operación (KPa)	57,12	C
Temperatura de operación (°C)	90,08	Boca de hombre
Posición	Vertical	D
		Venteo
		E
		Instrumentación
		3/4"
DATOS DE DISEÑO		ESQUEMA
Presión de diseño (Kg/cm ²)	263,92	
Temperatura de diseño (°C)	110,08	
Material de construcción	Acero al carbono	
Diámetro (m)	0,4572	
Altura	2,515	
DATOS CONSTRUCTIVOS		
Sobre espesor de corrosión (mm)	5	
Aislación	Lana y chapa de aluminio	
Espesor de aislación (mm)	50	
Tipo de cabezal Superior	Fijo	
Tipo de cabezal inferior	Plano	
Espesor de la pared (mm)	30	
Norma de diseño	ASME B16.5	


 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN	PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
	Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas					
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 254 de 268


Torre de absorción		PV BIOET 
PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOETANOL ANHIDRO A PARTIR DE ORUJO DE UVAS		PV BIOET 
DENOMINACIÓN	TA-400	
PRODUCTOS MANIPULADOS	2; ETANOL; H2O; COMP. ORGÁNIC	
ÁREA	400	
DATOS DE OPERACIÓN		CONEXIONES
Capacidad (m3)	0,8836	A Entrada 6"
Caudal másico (Kg/h)	1227	B Salida 6"
Caudal volumétrico (m3/h)	1,49	C Boca de hombre 24"
Presión de operación (KPa)	250	D Venteo 3"
Temperatura de operación (°C)	46,16	E Instrumentación 3/4"
Tipo de columna	Absorción	
Tipo de relleno	Rasching rings	
Posición	Vertical	
DATOS DE DISEÑO		ESQUEMA
Presión de diseño (Kg/cm2)	456,8	
Temperatura de diseño (°C)	66,16	
Material de construcción	Acero al carbono	
Diámetro (m)	1,5	
Número de etapas	10	
Forma del recipiente	Cilíndrico	
Norma de diseño	Asme 16,5	
Altura	1,2	
DATOS CONSTRUCTIVOS		
Sobre espesor de corrosión (mm)	5	
Aislación	Lana y chapa de aluminio	
Espesor de aislación (mm)	50	
Tipo de cabezal Superior	Fijo	
Tipo de cabezal inferior	Plano	
Espesor de la pared (mm)	30	
Norma de diseño	ASME B16.5	

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 255 de 268

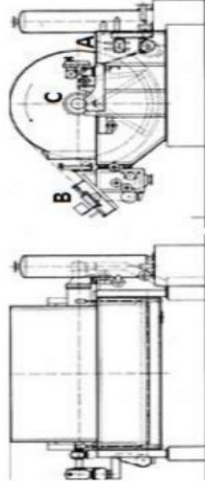
Torre de absorción		PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOETANOL ANHIDRO A PARTIR DE ORUJO DE UVAS	
DENOMINACIÓN	TD-500	PV BIOET 	
PRODUCTOS MANIPULADOS	ETANOL; H ₂ O; COMP. ORGÁNICOS		
ÁREA	500		
DATOS DE OPERACIÓN		CONEXIONES	
Capacidad (m ³)	2,7	A	Entrada 6"
Caudal másico (Kg/h)	3361	B	Salida 1 6"
Caudal volumétrico (m ³ /h)	3,614	C	Salida 2 4"
Presión de operación (KPa)	201	D	Boca de hombre 24"
Temperatura de operación (°C)	101,3	E	Venteo 3"
Tipo de columna	Destilación	F	Instrumentación 3/4"
Tipo de relleno	Bubble cup		
Posición	Vertical		
DATOS DE DISEÑO		ESQUEMA	
Presión de diseño (Kg/cm ²)	407,8		
Temperatura de diseño (°C)	121,3		
Material de construcción	Acero al carbono		
Diámetro (m)	2,5		
Número de etapas	35		
Forma del recipiente	Cilíndrico		
Norma de diseño	Asme 16.5		
Altura	19,25		
DATOS CONSTRUCTIVOS			
Sobre espesor de corrosión (mm)	5		
Aislación	Lana y chapa de aluminio		
Espesor de aislación (mm)	50		
Tipo de cabezal Superior	Fijo		
Tipo de cabezal inferior	Plano		
Espesor de la pared (mm)	30		
Norma de diseño	ASME B16.5		



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 256 de 268

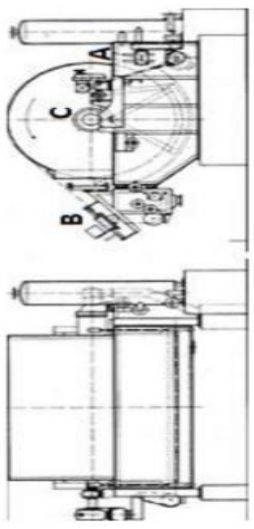
TM-503		PV BIOET 
Planta de producción de bioetanol anhidro a partir de orujo de uva		
CONEXIONES		
	IN	P-500-AC-DE
	OUT 1	P-500-AC-EA
	OUT 2	P-500-AC-WI
DATOS DE OPERACIÓN		
Capacidad (m3)	-	
Caudal másico (Kg/h)	64,29	
Caudal volumétrico (m3/h)	1,7	
Presión de operación (Kpa)	36	
Temperatura de operación (°C)	35	
Posición	vertical	
DATOS DE DISEÑO		
Presión de diseño (Kpa/m)	135,37	
Temperatura de diseño (°C)	35	
volumen de diseño (m3/ciclo)	10	
Diámetro (m)	1,46	
Longitud (m)	6	
DATOS CONSTRUCTIVOS		
Sobre espesor de corrosión (mm)	-	
Aislación	-	
Espesor de aislación (mm)	-	
Tipo de cabezal Superior	-	
Tipo de cabezal inferior	-	
Espesor de la pared (mm)	-	
Norma de diseño	-	




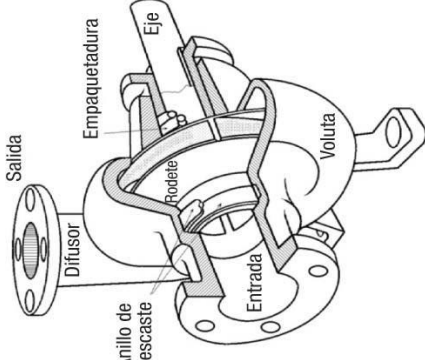
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 257 de 268


FR-203		PV BIOET	
FILTRO ROTATORIO		Planta de producción de bioetanol anhidro a partir de orujo de uva	
PRODUCTOS MANIPULADOS		CONEXIONES	
EXTRACTO NEUTRALIZADO		LETRA	CONEXION
ÁREA		A	ENTRADA DEL EXTRACTO
500		C	SALIDA DEL EXTRACTO
DATOS DE OPERACIÓN		ESQUEMA	
Capacidad (m3)	-		
Concentración de sólidos en suspensión (kg/m3)	1990		
Caudal volumétrico (m3/h)	6		
Presión de operación (Kgf/m2)	19374		
Temperatura de operación (°C)	40		
Posición	horizontal		
	-		
DATOS DE DISEÑO			
Presión de diseño (Kpa/m)	-		
Temperatura de diseño (°C)	-		
numero de celdas	14		
Diámetro (mm)	1310		
Longitud (mm)	4700		
DATOS CONSTRUCTIVOS			
Longitud A (mm)	4700		
Anchura B (mm)	2300		
Altura C (mm)	2000		
Peso en servicio (Tm)	7,5		


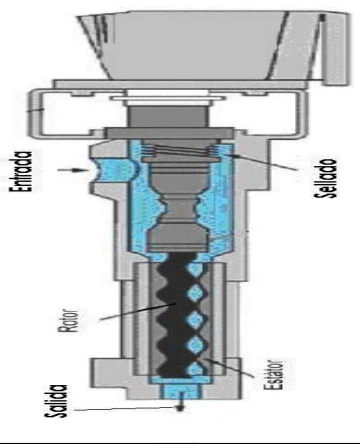
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 258 de 268


FR-401		PV BIOET
FILTRO ROTATORIO		Planta de producción de bioetanol anhidro a partir de orujo de uva
LIQUIDO PROVENIENTE DE TORRE DE ABSORCIÓN		CONEXIONES
400		LETRA
DIAMETRO		CONEXION
DATOS DE OPERACIÓN		ENTRADA DEL EXTRACTO
Capacidad (m3)		3"
Concentración de sólidos en suspensión (kg/m3)		3"
Caudal volumétrico (m3/h)		
Presión de operación (kgf/m2)		
Temperatura de operación (°C)		
Posición		
DATOS DE DISEÑO		ESQUEMA
Presión de diseño (Kpa/m)		
Temperatura de diseño (°C)		
numero de celdas		
Diámetro (mm)		
Longitud (mm)		
DATOS CONSTRUCTIVOS		
Longitud A (mm)		
Anchura B (mm)		
Altura C (mm)		
Peso en servicio (Tm)		

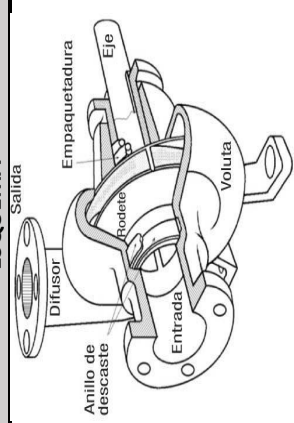
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN	PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
	Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas					
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 259 de 268

P-110A/B		Planta de producción de bioetanol anhidro a partir de orujo de uva		
DENOMINACIÓN	BOMBA			
PRODUCTOS MANIPULADOS	ácido sulfurico			
ÁREA	100			
DATOS DE OPERACIÓN		CONEXIONES		
Capacidad (m3)	-	LETRA	LINEA	DIAMETRO
Caudal másico (Kg/h)	90,07	Entrada	P-706-AC-AS	4"
Caudal volumétrico (m3/h)	2,5	Salida	P-103-AC-AS	1"
Presión de operación (Kpa)	100			
Temperatura de operación (°C)	25			
Posición	vertical			
DATOS DE DISEÑO		ESQUEMA		
Presión de diseño (Kg/cm2)	8,84927E-07			
Temperatura de diseño (°C)	25°C			
Tipo de bomba	CENTRÍFUGA			
Diámetro (in)	-			
Longitud (m)	-			
Carga total (m)	1,2421328			
Potencia (HP)	1,05			
Material de construcción de eje	ACERO INOXIDABLE SAE 316 L			
DATOS CONSTRUCTIVOS				
Sobre espesor de corrosión (mm)	-			
Aislación	-			
Espesor de aislación (mm)	-			
Material de construcción	ACERO INOXIDABLE UNS S31600/S31635			
Espesor de la pared (mm)	-			
Norma de diseño	ISO5199-2858			


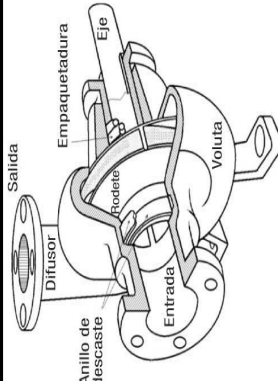
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra		PV BIOET 
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 260 de 268


P-103A/B		Planta de producción de bioetanol anhidro a partir de orujo de uva	
DENOMINACIÓN	BOMBA		
PRODUCTOS MANIPULADOS	Materia prima a tratar		
ÁREA	100		
DATOS DE OPERACIÓN			
Capacidad (m3)	-		Linea
Caudal másico (Kg/h)	7423		Especificación
Caudal volumétrico (m3/h)	5,929		Entrada
Presión de operación (Kpa)	2		Salida
Temperatura de operación (°C)	24		
Posición	Horizontal		
DATOS DE DISEÑO			
Presión de diseño (Kg/cm2)	-		
Temperatura de diseño (°C)	-		
Carga total (m)	4,2		
Potencia (HP)	3		
Material de construcción de eje	Acero al carbono		
DATOS CONSTRUCTIVOS			
Hélice (tipo)	continua		
material de construcción hélice	Acero al carbono		
Espesor de hélice (mm)	4		
Carcasa material	Acero al carbono		
Carga total (m)	1,2421328		
Espesor de la pared de carcasa (mm)	6		
Norma de diseño	API 676		
		ESQUEMA	
			


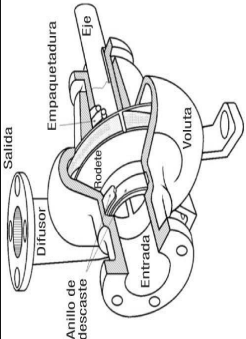
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 261 de 268


P-200A/B		Planta de producción de bioetanol anhidro a partir de orujo de uva	PV BIOET
DENOMINACIÓN	BOMBA		
PRODUCTOS MANIPULADOS	Materia prima neutralizada		
ÁREA	200		
DATOS DE OPERACIÓN			
Capacidad (m3)	-		CONEXIONES
Caudal másico (Kg/h)	7480	LINEA	DIAMETRO
Caudal volumétrico (m3/h)	6,02	Entrada	P-200-AC-MPN
Presión de operación (Kpa)	50	Salida	P-200-AC-MPN'
Temperatura de operación (°C)	40		
Posición	Horizontal		
DATOS DE DISEÑO			
Carga total (m)	4,1		ESQUEMA 
Potencia (HP)	3		
Material de construcción de eje	ACERO INOXIDABLE SAE 316 L		
DATOS CONSTRUCTIVOS			
Material de construcción del cuerpo	Acero al carbono		
Carga total (m)	1,2421328		
Norma de diseño	ISO 5199-2858		


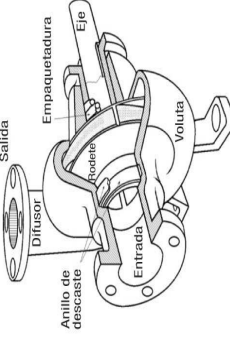
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 262 de 268


P-300A/B		
DENOMINACIÓN	Planta de producción de bioetanol anhidro a partir de orujo de uva	
PRODUCTOS MANIPULADOS	LIQUIDO DE FERMENTACIÓN	
ÁREA	300	
DATOS DE OPERACIÓN		
Capacidad (m3)	-	
Caudal másico (Kg/h)	5779	
Caudal volumétrico (m3/h)	5,18	
Presión de operación (Kpa)	200	
Temperatura de operación (°C)	35	
Posición	Horizontal	
DATOS DE DISEÑO		
Carga total (m)	1	
Potencia (HP)	1,5	
Material de construcción de eje	ACERO INOXIDABLE SAE 316 L	
DATOS CONSTRUCTIVOS		
Material de construcción del cuerpo	Acero al carbono	
Carga total (m)	1	
Espesor de la pared (mm)	-	
Norma de diseño	ISO 5199-2858	
ESQUEMA		
		


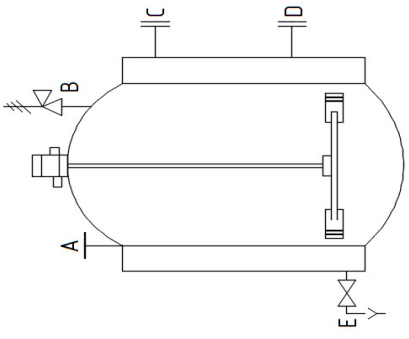
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 263 de 268


P-407A/B		 PV BIOET
DENOMINACIÓN	Planta de producción de bioetanol anhidro a partir de orujo de uva	
PRODUCTOS MANIPULADOS	BOMBA	
ÁREA	LIQUIDO DE TORRE DE ABSORCIÓN	
	400	
DATOS DE OPERACIÓN		
Capacidad (m3)	-	
Caudal másico (Kg/h)	1209	
Caudal volumétrico (m3/h)	2,4	
Presión de operación (Kpa)	250	
Temperatura de operación (°C)	41	
Posición	Horizontal	
DATOS DE DISEÑO		
Carga total (m)	2,08	
Potencia (HP)	1	
Material de construcción de eje	ACERO INOXIDABLE SAE 316 L	
DATOS CONSTRUCTIVOS		
material de construcción del cuerpo	Acero al carbono	
Carga total (m)	2,08	
Norma de diseño	ISO 5199-2858	
ESQUEMA		
		

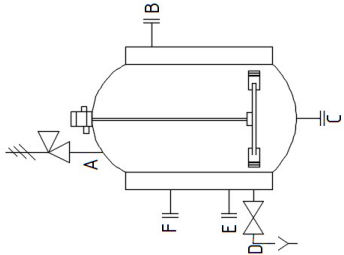
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 264 de 268


P-801A/B		 PV BIOET
DENOMINACIÓN	Planta de producción de bioetanol anhídrido a partir de orujo de uva	
PRODUCTOS MANIPULADOS	BOMBA	
ÁREA	AGUA PARA PROCESO	
	800	
DATOS DE OPERACIÓN		
Capacidad (m3)	-	
Caudal másico (Kg/h)	1000	
Caudal volumétrico (m3/h)	15	
Presión de operación (Kpa)	100	
Temperatura de operación (°C)	25	
Posición	Horizontal	
DATOS DE DISEÑO		
Temperatura de diseño (°C)	25	
Carga total (m)	5,2	
Potencia (HP)	5	
Material de construcción de eje	ACERO INOXIDABLE SAE 316 L	
DATOS CONSTRUCTIVOS		
Material de construcción del cuerpo	Acero al carbono	
Norma de diseño	ISO 5199-2858	
CONEXIONES		
LETRA	LINEA	DIAMETRO
Entrada	P-800-AC-AG	4"
Salida	P-800'-AC-AG	3"
ESQUEMA		
		

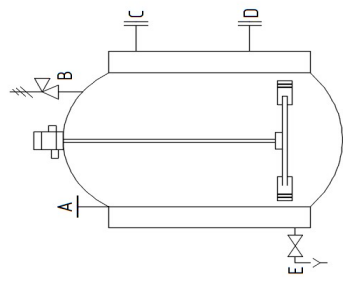
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN	PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
	Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas					
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 265 de 268



Reactor		PV BIOET 		
DENOMINACIÓN	R-102	Planta de producción de bioetanol a partir de orujo de uva		
PRODUCTOS MANIPULADOS/SERVICIO	AGUA+MP/HIDROLISIS DE MP			
ÁREA	100			
DATOS DE OPERACIÓN		CONEXIONES		
Capacidad (m3)	20	LETRA	LINEA	DIAMETRO
Caudal másico (Kg/h)	7754	A	SA-102-AC-AG	3"
Caudal volumétrico (m3/h)	6,1961	B	Válvula de seguridad	1,5"
Presión de operación (bar)	0,0169	C	Agua para encamisado	3"
Temperatura de operación (°C)	23	D	A TK-103	2"
Posición	vertical	E	Purga	2"
DATOS DE DISEÑO		ESQUEMA		
Presión de diseño (Bar)	2,0169			
Temperatura de diseño (°C)	65			
Material de construcción	AISI 316L			
Diámetro (m)	3			
Longitud (m)	4			
DATOS CONSTRUCTIVOS				
Sobre espesor de corrosión (mm)	1			
Aislación	GlassFiber/1			
Espesor de la pared (mm)	3			
Numero de palas	6			
Velocidad en RPM	9			
Potencia (HP)	2,1			
Norma de diseño	ASME Sec. VII Div. 1			

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA	Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra	PV BIOET 		
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas						
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 266 de 268

Reactor		Planta de producción de bioetanol a partir de orujo de uva	PV BIOET
DENOMINACIÓN	R-200		
PRODUCTOS MANIPULADOS/SERVICIO	NaOH+MP/NEUTRALIZACIÓN DE MP		
ÁREA	200		
DATOS DE OPERACIÓN		CONEXIONES	
Capacidad (m3)	15	LETRA	DIAMETRO
Caudal másico (Kg/h)	7480	A	Válvula de seguridad 1,5"
Caudal volumétrico (m3/h)	6,002	B	Agua para encamisado 3"
Presión de operación (bar)	0,5	C	P-200-AC-MPN 3"
Temperatura de operación (°C)	45	D	Purga 2"
Posición	vertical	E	P-202-AC-NaOH 1"
		F	P-103-AC-MPT 3"
DATOS DE DISEÑO		ESQUEMA	
Presión de diseño (Bar)	2,5		
Temperatura de diseño (°C)	65		
Material de construcción	Acero inoxidable 304		
Diámetro (m)	2		
Longitud (m)	3,5		
DATOS CONSTRUCTIVOS			
Sobre espesor de corrosión (mm)	1		
Aislación	GlassFiber/1		
Espesor de la pared (mm)	2		
Numero de palas	6		
Velocidad en RPM	2		
Potencia (HP)	12		
Norma de diseño	ASME Sec. VII Div. 1		

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: - Pérez Yesenia - Verdugo Alejandra		PV BIOET 	
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas							
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 267 de 268	

Reactor		Planta de producción de bioetanol a partir de orujo de uva	CONEXIONES
DENOMINACIÓN	R-300		LETRA
PRODUCTOS MANIPULADOS/SERVICIO	EXE+H2O/FERMENTACIÓN		LINEA
ÁREA	300		DIAMETRO
DATOS DE OPERACIÓN			
Capacidad (m3)	10		A
Caudal másico (Kg/h)	1227		B
Caudal volumétrico (m3/h)	1,49		C
Presión de operación (bar)	2		D
Temperatura de operación (°C)	35		E
Posición	vertical		
DATOS DE DISEÑO			ESQUEMA
Presión de diseño (Bar)	4		
Temperatura de diseño (°C)	55		
Material de construcción	Acero inoxidable 304		
Diámetro (m)	2		
Longitud (m)	3		
DATOS CONSTRUCTIVOS			
Sobre espesor de corrosión (mm)	1		
Aislación	GlassFiber/1		
Espesor de la pared (mm)	3		
Numero de palas	6		
Velocidad en RPM	1		
Potencia (HP)	3		
Norma de diseño	ASME Sec. VII Div. 1		

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL DEL NEUQUÉN		PROYECTO FINAL INTEGRACIÓN V INGENIERÍA QUÍMICA		Alumnas: – Pérez Yesenia – Verdugo Alejandra		PV BIOET 	
Planta de producción de Bioetanol a partir de orujo de uvas							
Profesor titular: Ing. Horacio Spesot	Jefe de trabajos prácticos: Ing. Ezequiel Krumrick	Ayudantes: Ing. Cristian Silva Ing. Juan Garrido	Año de cursada: 2019	Fecha finalización: 09/09/2022	Revisión: 15	Página 268 de 268	

Anexo F – Lista de documentación entregable – Planos

LISTADO DE DOCUMENTOS ENTREGABLES		Rev. 02
		Fecha 09/09/2022
DOCUMENTO Nro. 1	DESCRIPCIÓN	
GENERAL		
IG-GR-LD-001	Lista de Documentos entregables	
PROCESOS - P&ID		
IG-PR-P&ID-00-REFERENCIA	Referencia para lectura de planos	
IG-PR-P&ID-01-A100	P&ID de área 100 - pre tratamiento de materia prima	
IG-PR-P&ID-02-A200	P&ID de área 200 - neutralización y separación (2da etapa de pre tratamiento)	
IG-PR-P&ID-03-A300	P&ID de área 300 - proceso de fermentación	
IG-PR-P&ID-04-A400	P&ID de área 400 - proceso de absorción	
IG-PR-P&ID-05-A500	P&ID de área 500 - proceso de destilación	
IG-PR-P&ID-06-A1500	P&ID de área 1500 - almacenamiento de productos de servicios auxiliares	
IG-PR-P&ID-07-A700	P&ID de área 700 - almacenamiento de productos e insumos	
IG-PR-P&ID-08-A800	P&ID de área 800 - tratamiento de agua para servicio auxiliar (unidad de ablandamiento)	
IG-PR-P&ID-09-A900	P&ID de área 900 - generación de vapor	
IG-PR-P&ID-10-A1000	P&ID de área 1000 - Torre de enfriamiento	
IG-PR-P&ID-11-A080	P&ID de área 080 - antorcha	
LAYOUT		
PI -PR-LO -12 - LAYOUT	Layout de la planta	
PI -PR-LO-13-LAYOUT RCI	Layout de sistema de red contra incendios (r.c.i)	
PFD		
PI - PR - PFD -14- DIAGRAMA DE FLUJO	Diagrama de flujo general de la planta	
PLANOS PARA CONSTRUCCIÓN		
PL-IG-MC-15 - PLANO APTO PARA CONSTRUCCIÓN	Plano para construcción E-110	
PL-IG-MC-16 - PLANO APTO PARA CONSTRUCCIÓN	Plano para construcción V-110	