

# PRODUCCION DE ACETALDEHIDO

## Integración V - Proyecto Final Carrera: Ingeniería Química

### ALUMNOS:

- ✓ Biscardi Álvarez, Ramiro
- ✓ Chora, Francisco Martín
- ✓ Freites, Mario
- ✓ Saavedra, Katherine Belén

### DOCENTES:

- ✓ Titular de Cátedra: Ing. Vrcic, Juan Domingo.
- ✓ JTP: Ing. Rueda, Hernán.

Año 2023

## *Agradecimientos*

*Quisiéramos expresar nuestro sincero agradecimiento a las personas que hicieron posible la realización de esta tesis, quienes con su apoyo incondicional contribuyeron al éxito de este trabajo académico de final de carrera.*

*En primer lugar, agradecemos a nuestros directores de tesis, el Ing. Juan Domingo Vrcic y el Ing. Hernan Rueda. Su experiencia, orientación y dedicación fueron fundamentales en cada etapa de este proyecto; y a la Ing. Camila Quinteros, por su dedicación y colaboración en estos últimos meses.*

*A nuestros amigos y familiares, quienes han sido un sólido apoyo moral y académico a lo largo de este proceso. Gracias por su ayuda, ánimo y aliento constante, que nos motivaron a superar los desafíos y obstáculos que se presentaron.*

*A nuestros profesores, cuyas enseñanzas y guía han sido cruciales en la formación de nuestros conocimientos.*

*Finalmente, a todas las personas que, de alguna manera, contribuyeron con sus conocimientos y experiencias. Cada aporte, ya sea grande o pequeño, ha sido invaluable en la construcción de este proyecto.*

*A todos ustedes, gracias, puesto que este logro no habría sido posible sin su generoso apoyo y dedicación.*

# CONTENIDO

1.- INTRODUCCIÓN.....	8
2.1- OBJETIVO.....	9
2.2- ALCANCE .....	9
3- HIPÓTESIS.....	10
4- ESTUDIO DE MERCADO .....	11
4.1- Producto.....	11
4.1.1- Producto principal: Acetaldehído .....	11
4.1.2- Crotonaldehído .....	29
4.1.3- Mercado.....	40
4.2- Materias primas .....	41
4.2.1- Etileno .....	41
4.2.2- Oxígeno: .....	54
4.3- Consumo histórico y clientes .....	67
4.4- Proyecciones de la demanda .....	69
4.5- Productos sustitutos .....	70
4.6- Análisis macroeconómico .....	70
4.7- Capacidad de planta.....	73
4.8- Proveedores .....	74
4.8.1- Etileno .....	74
4.8.2- Oxígeno .....	74
5- LOCALIZACIÓN.....	74
5.1- Introducción.....	74
5.1.1- Factores que influyen en la ubicación de una planta industrial .....	74
5.2- Macro Localización.....	75
5.3- Factores primarios y específicos .....	76
5.3.1- Acceso a proveedores de materias primas .....	76
5.3.2- Cercanía al cliente .....	77
5.3.3- Disponibilidad de servicios generales .....	77
5.3.4- Disponibilidad de transporte .....	78
5.3.5- Disponibilidad de mano de obra calificada .....	78
5.3.6- Beneficios legales e impositivos.....	79

5.4- Micro Localización.....	80
5.5- Estudio de Clima.....	81
5.5.1- Vientos .....	81
5.5.2- Lluvias.....	82
5.5.3- Temperatura .....	82
5.6- Estudio de requisitos legales.....	83
5.6.1- Nacional .....	83
5.6.2- Provincial.....	85
5.6.3- Municipal.....	86
5.7- Estudio de suelos .....	87
5.7.1- Estudio del suelo para el establecimiento de la planta .....	88
5.7.2 - Metodología de estudio .....	89
5.7.3 - Resultados.....	89
5.8- Logística.....	90
6- SELECCIÓN DEL PROCESO ÓPTIMO – SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA.....	92
6.1- Descripción de los distintos procesos posibles.....	92
6.1.1- Acetaldehído a partir de deshidrogenación de etanol .....	92
6.1.2- Acetaldehído a partir de oxidación de alcanos (C3/C4).....	94
6.1.3- Acetaldehído a partir de hidratación de acetileno .....	95
6.1.4- Acetaldehído a partir de la oxidación del etileno .....	96
6.2- Análisis de las ventajas y desventajas de cada uno .....	98
Conclusión .....	99
6.3- Patentes .....	100
6.4- Selección de tecnología.....	101
Conclusión .....	101
6.5- Descripción detallada del proceso elegido. ....	102
6.6 - PFD y balance de materia.....	103
7- INGENIERIA BÁSICA.....	106
7.1 – Límites de batería.....	106
Materia Prima.....	106
Producto.....	106
Utilities .....	106

7.2 - Diseño de Columna Absorbedora T-101 .....	108
Diseño del equipo.....	108
Balance de materia en la absorbedora: .....	109
Calculo hidráulico de la columna .....	110
Comprobación respecto a las condiciones de carga .....	111
Cálculo de la altura de relleno.....	113
Cálculo de la pérdida de carga .....	114
Altura total del equipo .....	116
Cálculo del espesor de pared .....	117
Cálculo del peso del recipiente .....	118
Hoja de datos de la absorbedora .....	120
7.3 - Diseño de la columna de destilación T-103 .....	122
Balance de masa en la columna .....	123
Condiciones de operación .....	123
Selección del tipo de condensador .....	126
Cálculo del número mínimo de platos .....	127
Cálculo del reflujo mínimo .....	128
Cálculo de la relación de reflujo operativo y número de platos teóricos .....	130
Ubicación del plato de alimentación.....	131
Cálculo de la eficiencia global y número de platos reales.....	132
Cálculo de espesor de la columna .....	134
Cálculo de presión de diseño: .....	134
Datos constructivos de la columna .....	136
Hoja de especificación.....	137
7.4 - Diseño del acumulador de reflujo F-101.....	139
Cálculo de espesor del acumulador .....	141
Cálculo de presión de diseño: .....	142
Hoja de especificación.....	145
7.5 - Diseño de la bomba impulsora P-104 .....	145
Requerimientos del proceso .....	147
Accesorios .....	150
Cálculo de Hb.....	153

Potencia Teórica de la bomba:.....	153
Potencia al freno: .....	153
ANPA: Altura Neta Positiva de Aspiración (NPSH) .....	153
Selección de la bomba: .....	154
Cálculo de NPSH: .....	157
Hoja de especificación.....	158
7.6 - Diseño de intercambiador E-107.....	159
Balance de energía: .....	159
Cálculos para el tubo interno: .....	160
Cálculos para el tubo externo: .....	160
Coeficiente pelicular del fluido caliente (tubo interno, $h_i$ ): .....	160
Coeficiente pelicular del fluido frío (ánulo, $h_o$ ):c .....	161
Corrección por temperatura de pared ( $T_w$ ):.....	161
Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor (U): .....	163
Área requerida y geometría del equipo .....	163
Cálculo de la pérdida de carga .....	164
Hoja de especificación.....	165
7.7 - Diseño del tanque de producto TK-105 – TK-106 – TK107 .....	166
Hoja de especificación.....	171
7.7.1 - Diseño del recinto y parcela de tanques de producto .....	172
7.8 - Diseño del Reactor R-101 .....	173
Dimensiones básicas .....	174
Solución catalítica.....	176
Diseño mecánico .....	177
Revestimiento de aleación de Titanio .....	180
Aislante térmico .....	181
Dispensor del reactor.....	182
Hoja de especificación.....	185
8 - Diagramas y planos .....	188
8.1- Control automático .....	188
8.1.1 – P&ID F-102.....	188
8.1.2 – P&ID T-103.....	189

8.2. Lay out.....	190
8.2.1- Definición de áreas.....	191
8.3- Plot- Plan .....	195
9 - ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	196
9.1 - Introducción .....	196
9.2 - Cumplimiento normativo .....	196
9.3 - Nivel de Complejidad Ambiental – NCA.....	197
9.4 - Identificación de actividades con impacto ambiental .....	204
9.5 - Medidas de mitigación.....	206
9.6 - Riesgos de operación .....	206
9.7 - Tratamiento de efluentes .....	210
9.8 - Comunicación con colectivos sociales y comité de crisis.....	212
9.9 - Plan de Evacuación de Emergencia.....	214
9.10 Conclusión .....	215
10 - ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA Y SELECCIÓN DEL PERSONAL .....	216
10.1 - ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA Y SELECCIÓN DEL PERSONAL .....	216
10.1.1 - Problemas generales de organización .....	216
10.2 – Organigrama.....	217
10.3 - Selección e incorporación del personal .....	218
10.4 - Seguridad industrial .....	219
10.5 - Riesgos laborales – ART.....	219
10.6 - Descripción de los puestos.....	220
10.7 - Convenio Colectivo de Trabajo .....	229
10.8 - Servicios tercerizados.....	229
10.9 - Esquema de turnos .....	230
11. - CÁLCULO ECONÓMICO.....	232
11.1 - Inversión.....	232
11.1.1 - Inversión del capital fijo: .....	232
11.1.2 - Capital de Trabajo .....	237
11.1.3 - Inversión de Capital Total.....	241
11.2 - Depreciación .....	241
11.3 - Ingresos por comercialización.....	244

11.3.1 Proyecciones de ingresos del acetaldehído .....	244
11.4 - Estimación de Egresos:.....	246
11.5 - Estimación de OPEX: .....	247
11.5.1 Costos variables.....	247
11.5.2 Costos fijos .....	249
11.6 - Flujo de caja: .....	253
11.6.1 Cálculos dentro del flujo de caja: .....	253
11.7 - Indicador económico: .....	255
11.8 - Análisis de sensibilidad.....	255
12 - CONCLUSIÓN .....	256
13 – BIBLIOGRAFÍA .....	257



## 1.- INTRODUCCIÓN

El aumento natural de la población mundial requiere que mejoremos los procesos productivos actuales para hacer un uso más eficiente de los recursos, mejorar la calidad de vida de las personas y desarrollar nuevos productos y procesos que satisfagan las necesidades emergentes. La ciencia y la tecnología en constante evolución nos permiten aumentar la productividad al incorporar maquinaria innovadora, software más inteligente y nuevas técnicas alternativas en la mayoría de los procesos industriales.

Debido a esta mezcla de influencias, en la actualidad contamos con numerosos artículos que se consideran esenciales y que antes no existían o no eran conocidos.

Como resultado de esta combinación de factores, hoy en día disponemos de cientos de miles de productos que consideramos, y de hecho en la actualidad lo son, imprescindibles, pero que hace apenas unas décadas o no existían o se desconocían. El hallazgo del petróleo como recurso para fabricar combustibles y como fundamento de la Industria Petroquímica ha generado un enorme impacto en la economía global y un gran rendimiento productivo. La Industria Petroquímica se dedica a producir químicos a partir del petróleo y los gases ligados a él, generando una amplia gama de productos derivados.

Al finales del siglo XIX surgió la industria petroquímica moderna, la cual se dedica principalmente a fabricar distintos productos a partir de unos pocos hidrocarburos como el metano, etano, propano, butano y aromáticos como el benceno, tolueno y xileno. Durante la Segunda Guerra Mundial se desarrollaron armas, vehículos, sistemas de comunicación, medicamentos, métodos de almacenamiento de alimentos y otros avances que hoy en día forman parte de nuestra cotidianidad. La demanda de productos petroquímicos también se incrementó durante este conflicto, por lo que se optó por reemplazar productos costosos y poco eficientes por materiales sintéticos, lo que convirtió al procesamiento petroquímico en una importante industria.

El acetaldehído o etanal, que será el tema por desarrollar en la siguiente tesis, es obtenido a partir de etileno y, por tanto, del petróleo, es y sigue siendo uno de los productos más importantes de la actual Industria Petroquímica. Gran cantidad de producto se emplea como intermediario en la fabricación principalmente de ácido acético, además de utilizarse producción de 2-etilhexanol, n-butanol, pentaeritrol, cloral, ácido cloroacético, piridinas, y ácido nicotínico.

Además, tiene aplicación directa en la industria alimenticia como conservante, en la industria textil en la curtiembre de los cueros y en la industria de fragancias como aromatizante sintético.

## **2.1- OBJETIVO**

Desarrollo de Ingeniería Básica para aprobación de inversión de una planta de producción de Acetaldehído al 99,5% a partir de Etileno, cumpliendo con todas las especificaciones técnicas, de seguridad y medioambiente asociadas a esta industria.

## **2.2- ALCANCE**

Desarrollo de estudio de viabilidad técnico económico y ambiental, para instalar una planta con una producción anual de 40.000 tn/año y una pureza superior a 99,5%.

El desarrollo del estudio implica realizar FEL I, FEL II Y FEL III, en un periodo de tiempo no superior al año, debiendo entregar la información para toma de decisión en diciembre de 2023. Esto incluye localización de la empresa, obtención de certificado de aptitud ambiental, organigrama y análisis económico y de sensibilidad.

### 3- HIPÓTESIS

Para el desarrollo de este proyecto se han considerado las siguientes hipótesis:

1. El Ministerio de Desarrollo Productivo plantea como estrategia la suba de tasas a las importaciones, para promover la radicación de empresas que reemplacen importaciones.
2. La empresa PBB Polisor S.A., filial de The Dow Chemical Company, firmará un contrato por 20 años designando a PBB Polisor S.A. como proveedor del volumen necesario de Etileno, materia prima fundamental del proceso.
3. La empresa Air Liquide, firmará un contrato por 20 años designando a Air Liquide como proveedor del volumen necesario de Oxígeno, materia prima fundamental del proceso.
4. Los productores de acetaldehído no incrementaran su producción a lo largo del tiempo.
5. La empresa PBB Polisor S.A., filial de The Dow Chemical Company, firmará un contrato por 20 años designando a PBB Polisor S.A. como comprador del 40% del Acetaldehído, producto principal del proceso.
6. La demanda del producto en cuestión tiene un crecimiento del 4 % anual. Se hará una proyección a 10 años desde la construcción, es decir, desde el 2027 hasta el 2037.

## 4- ESTUDIO DE MERCADO

En el Estudio de Mercado se presentará el producto principal, Acetaldehído (Etanal), y la materia prima, Etileno y Oxígeno, analizando las principales características y las consideraciones para tener en cuenta para un tratamiento seguro y adecuado de las mencionadas sustancias.

Se analizarán diversos factores competentes al producto como datos de importaciones, demanda, precios, competencia. El objetivo es plasmar la evolución del Acetaldehído en el mercado, así como la visión presente y futura del mismo.

Finalmente, se hará un análisis de la capacidad productiva conveniente, siendo ésta la que mejor se ajuste y responda a la oportunidad de mercado analizada.

### 4.1- Producto

#### 4.1.1- Producto principal: Acetaldehído

##### Generalidades

A lo largo del documento, se utilizarán las terminologías Acetaldehído / Etanal / MeCHO como sinónimos.

El Acetaldehído, de fórmula química  $CH_3 - CHO$ , se sintetizó por primera vez en 1782 por Scheele mediante la oxidación de etanol con dióxido de manganeso ( $MnO_2$ ). Su fórmula fue descubierta por primera vez por Liebig en 1835 que le dio el nombre “aldehído”.

Es uno de los aldehídos más importantes, que se encuentra ampliamente en la naturaleza y se produce a gran escala en la industria. El acetaldehído se encuentra naturalmente en el café, el pan y la fruta madura, y es producido por las plantas. También se produce por la oxidación parcial del etanol por la enzima hepática alcohol deshidrogenasa y es una causa contribuyente de la resaca después del consumo de alcohol.

Actualmente, la producción de Etanal a nivel mundial se calcula en  $2 \times 10^6$  ton/año, siendo China y Europa Occidental los principales productores.

##### Usos principales

El acetaldehído es un producto intermedio muy importante en la fabricación de ácido acético, anhídrido acético, acetato de etilo, tricloroacetaldehído, tinturas y drogas. Estos productos encuentran una enorme aplicación industrial como agentes de acetilación para la obtención de ésteres, que son compuestos químicos que resultan de la reacción de un alcohol, fenol, o glicol con un ácido. Además, tiene aplicación directa en la producción de resinas fenólicas, plásticos, disolventes, perfumes y productos farmacéuticos.

El acetaldehído sirve también como materia prima para la producción de un gran número de productos químicos como el 2-etilhexanol, n-butanol, pentaeritrol, cloral, ácido cloroacético, piridinas, y ácido nicotínico. Estos petroquímicos secundarios encuentran múltiples aplicaciones. Por ejemplo, el pentaeritrol sirve para fabricar lubricantes sintéticos, el cloral y el ácido cloroacético para hacer herbicidas, el 2-etilhexanol para hacer plastificantes.

### Propiedades fisicoquímicas

El acetaldehído es un compuesto químico orgánico líquido o gas incoloro, que alcanza su punto de ebullición cerca de la temperatura ambiente. Debido a su grupo funcional carbonilo, es miscible con compuestos polares como el agua, alcoholes, aldehídos, e inmiscible con compuestos polares, como pueden ser los hidrocarburos alifáticos.

Sus vapores son de un olor acre y asfixiantes. Debido a su mayor densidad que el aire, los mismos siempre se encuentran al ras del suelo.

<b>Acetaldehído – Propiedades fisicoquímicas</b>	
Calor de combustión	-1164 kJ/mol
Calor de vaporización a 1 ATM	26 kJ/mol
Densidad en CNTP	0,785 g/cm <sup>3</sup>
Formula química	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O
Índice de refracción	1,33
Limite explosivo inferior	4%V
Limite explosivo superior	57%V
Peso molecular	44,05 g/mol
Punto de ebullición a 1 ATM	21°C
Punto de fusión a 1 ATM	-123,5°C
Punto de inflamabilidad	175°C
Temperatura critica	192,85 °C
Temperatura de ignición	-38°C
Viscosidad a 20°C	0,21 mPas
Volumen critico	0,154 m <sup>3</sup> /mol

*Tabla 1 - Propiedades Fisicoquímicas del Acetaldehído.*

*Fuente: Ficha de seguridad Carl Roth y PRO II;*

### Importancia económica

En la industria química Argentina, el destino principal del Acetaldehído es la producción de resinas termoestables, pinturas, revestimientos y ácido acético.

## Ficha de Seguridad

### Ficha de datos de seguridad

conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH)



**Acetaldehído ≥99,5 %, p.a.**

número de artículo: **3004**  
Versión: **4.0 es**  
Reemplaza la versión de: 11.08.2020  
Versión: (3)

fecha de emisión: 15.01.2018  
Revisión: 07.03.2022

### SECCIÓN 1: Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

#### 1.1 Identificador del producto

Identificación de la sustancia	<b>Acetaldehído ≥99,5 %, p.a.</b>
Número de artículo	3004
Número de registro (REACH)	01-2119451152-51-xxxx
Número de clasificación del anexo VI del CLP	605-003-00-6
Número CE	200-836-8
Número CAS	75-07-0
Otro(s) nombre(s)	Etanal

#### 1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos pertinentes identificados:	Producto químico de laboratorio Uso analítico y de laboratorio
Usos desaconsejados:	No utilizar en productos que estarán en contacto directo con alimentos. No utilizar para propósitos privados (domésticos).

#### 1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Carl Roth GmbH + Co KG  
Schoemperlenstr. 3-5  
D-76185 Karlsruhe  
Alemania

**Teléfono:**+49 (0) 721 - 56 06 0  
**Fax:** +49 (0) 721 - 56 06 149  
**e-mail:** sicherheit@carlroth.de  
**Sitio web:** www.carlroth.de

Persona competente responsable de la ficha de datos de seguridad: :Department Health, Safety and Environment

**e-mail (persona competente):** **sicherheit@carlroth.de**

**Proveedor (importador):** QUIMIVITA S.A.  
Calle Balmes 245, 6a Planta  
08006 Barcelona  
+34 932 380 094  
-  
ranguita@quimivita.es  
www.quimivita.es

#### 1.4 Teléfono de emergencia

Nombre	Calle	Código postal/ ciudad	Teléfono	Sitio web
Servicio de Información Toxicológica Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses	Jose Echegaray nº 4 Las Rozas	28232 Madrid	+34 91 562 0420	

## 1.5 Importador

QUIMIVITA S.A.  
Calle Balmes 245, 6a Planta  
08006 Barcelona  
España

**Teléfono:** +34 932 380 094

**Fax:** -

**e-Mail:** ranguita@quimivita.es

**Sitio web:** www.quimivita.es

## SECCIÓN 2: Identificación de los peligros

### 2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

Clasificación según el Reglamento (CE) no 1272/2008 (CLP)

Sección	Clase de peligro	Categoría	Clase y categoría de peligro	Indicación de peligro
2.6	Líquidos inflamables	1	Flam. Liq. 1	H224
3.10	Toxicidad aguda (oral)	4	Acute Tox. 4	H302
3.3	Lesiones oculares graves o irritación ocular	2	Eye Irrit. 2	H319
3.5	Mutagenicidad en células germinales	2	Muta. 2	H341
3.6	Carcinogenicidad	1B	Carc. 1B	H350
3.8R	Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única (irritación de las vías respiratorias)	3	STOT SE 3	H335

Véase el texto completo en la SECCIÓN 16

**Los principales efectos adversos fisicoquímicos, para la salud humana y para el medio ambiente**

El producto es combustible y puede encenderse por fuentes de ignición potenciales.

### 2.2 Elementos de la etiqueta

Etiquetado según el Reglamento (CE) no 1272/2008 (CLP)

**Palabra de advertencia**      **Peligro**

**Pictogramas**

GHS02, GHS07,  
GHS08



**Indicaciones de peligro**

H224	Líquido y vapores extremadamente inflamables
H302	Nocivo en caso de ingestión
H319	Provoca irritación ocular grave
H335	Puede irritar las vías respiratorias
H341	Se sospecha que provoca defectos genéticos
H350	Puede provocar cáncer

## Consejos de prudencia

### Consejos de prudencia - prevención

P210	Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición. No fumar
P233	Mantener el recipiente herméticamente cerrado
P261	Evitar respirar la niebla/los vapores
P280	Llevar guantes/gafas de protección

### Consejos de prudencia - respuesta

P305+P351+P338	EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado
P308+P313	EN CASO DE exposición manifiesta o presunta: Consultar a un médico

Reservado exclusivamente a usuarios profesionales

Etiquetado de los envases cuyo contenido no excede de 125 ml

Palabra de advertencia: **Peligro**

Símbolo(s)



H224	Líquido y vapores extremadamente inflamables.
H341	Se sospecha que provoca defectos genéticos.
H350	Puede provocar cáncer.
P210	Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición. No fumar.
P233	Mantener el recipiente herméticamente cerrado.
P280	Llevar guantes/gafas de protección.
P308+P313	EN CASO DE exposición manifiesta o presunta: Consultar a un médico.

## 2.3 Otros peligros

### Resultados de la valoración PBT y mPmB

La evaluación de esta sustancia determina que no es PBT ni mPmB.

## SECCIÓN 3: Composición/información sobre los componentes

### 3.1 Sustancias

Nombre de la sustancia	Acetaldehído
Fórmula molecular	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O
Masa molar	44,05 g/mol
No de Registro REACH	01-2119451152-51-xxxx
No CAS	75-07-0
No CE	200-836-8
No de índice	605-003-00-6

Sustancia, Límites de concentración específicos y factores M, ETA			
Límites de concentración específicos	Factores M	ETA	Vía de exposición
-	-	661 mg/kg	oral



## SECCIÓN 4: Primeros auxilios

### 4.1 Descripción de los primeros auxilios



#### Notas generales

Quitar las prendas contaminadas.

#### En caso de inhalación

Proporcionar aire fresco. Si aparece malestar o en caso de duda consultar a un médico.

#### En caso de contacto con la piel

Aclararse la piel con agua/ ducharse.

#### En caso de contacto con los ojos

Mantener separados los párpados y enjuagar con abundante agua limpia y fresca por lo menos durante 10 minutos. En caso de irritación ocular consultar al oculista.

#### En caso de ingestión

Enjuáguese la boca con agua (solamente si la persona está consciente). En caso de accidente o malestar, acudase inmediatamente al médico (si es posible, mostrar la etiqueta). Llamar a un médico.

### 4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

Vómitos, Náuseas, Irritación, Espasmos, Tos, Ahogos

### 4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

ninguno

## SECCIÓN 5: Medidas de lucha contra incendios

### 5.1 Medios de extinción



#### Medios de extinción apropiados

medidas coordinadas de lucha contra incendios en el entorno  
agua pulverizada, espuma resistente al alcohol, polvo extinguidor seco, polvo BC, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

#### Medios de extinción no apropiados

chorro de agua

### 5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

Combustible. En caso de ventilación insuficiente y/o al usarlo, pueden formarse mezclas aire/vapor explosivas/inflamables. Los vapores de disolventes son más pesados que el aire y se pueden extender por el suelo. Cabe prever la presencia de sustancias o mezclas combustibles sobre todo allí donde no llega la ventilación como, por ejemplo, en zonas no ventiladas situadas por debajo del nivel del suelo como fosas, canales y pozos. Los vapores son más pesados que el aire, se extienden por el suelo y forman mezclas explosivas con el aire. Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire.

#### Productos de combustión peligrosos

En caso de incendio pueden formarse: Monóxido de carbono (CO), Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

### 5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

En caso de incendio y/o de explosión no respire los humos. Luchar contra el incendio desde una distancia razonable, tomando las precauciones habituales. Llevar un aparato de respiración autónomo.

## SECCIÓN 6: Medidas en caso de vertido accidental

### 6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia



#### Para el personal que no forma parte de los servicios de emergencia

Utilizar el equipo de protección individual obligatorio. Evitar el contacto con la piel, los ojos y la ropa. No respirar los vapores/aerosoles. Prevención de las fuentes de ignición.

### 6.2 Precauciones relativas al medio ambiente

Mantener el producto alejado de los desagües y de las aguas superficiales y subterráneas. Peligro de explosión.

### 6.3 Métodos y material de contención y de limpieza

#### Consejos sobre la manera de contener un vertido

Cierre de desagües.

#### Indicaciones adecuadas sobre la manera de limpiar un vertido

Absorber con una sustancia aglutinante de líquidos (arena, harina fósil, aglutinante de ácidos, aglutinante universal).

#### Otras indicaciones relativas a los vertidos y las fugas

Colocar en recipientes apropiados para su eliminación. Ventilar la zona afectada.

### 6.4 Referencia a otras secciones

Productos de combustión peligrosos: véase sección 5. Equipo de protección personal: véase sección 8. Materiales incompatibles: véase sección 10. Consideraciones relativas a la eliminación: véase sección 13.

## SECCIÓN 7: Manipulación y almacenamiento

### 7.1 Precauciones para una manipulación segura

Prever una ventilación suficiente. Usar ventilador (laboratorio). Evítese la exposición.

#### Medidas de prevención de incendios, así como las destinadas a impedir la formación de partículas en suspensión y polvo



Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas - No fumar.

Tomar medidas de precaución contra descargas electrostáticas. Debido al peligro de explosión, evi-

tar pérdidas de vapores en bodegas, alcantarillados y cunetas.

#### Recomendaciones sobre medidas generales de higiene en el trabajo

Lavar las manos antes de las pausas y al fin del trabajo. Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos. No fumar durante su utilización.

### 7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantener el recipiente cerrado herméticamente. Consérvase en lugar fresco.

#### Sustancias o mezclas incompatibles

Observe el almacenamiento compatible de productos químicos.

#### Proteger contra la exposición externa, como

contacto con aire/oxígeno

**Atención a otras indicaciones:**

Conectar a tierra/enlace equipotencial del recipiente y del equipo de recepción.

**Requisitos de ventilación**

Utilización de ventilación local y general.

**Diseño específico de locales o depósitos de almacenamiento**

Temperatura recomendada de almacenamiento: 2 - 8 °C

**7.3 Usos específicos finales**

No hay información disponible.

**SECCIÓN 8: Controles de exposición/protección individual****8.1 Parámetros de control****Valores límites nacionales****Valores límites de exposición profesional (límites de exposición en el lugar de trabajo)**

País	Nombre del agente	No CAS	Identificador	VLA-ED [ppm]	VLA-ED [mg/m³]	VLA-EC [ppm]	VLA-EC [mg/m³]	VLA-VM [ppm]	VLA-VM [mg/m³]	Anotación	Fuente
ES	acetaldehído	75-07-0	VLA			25	46				INSHT

**Anotación**

VLA-EC Valor límite ambiental-exposición de corta duración (nivel de exposición de corta duración); valor límite a partir del cual no debe producirse ninguna exposición y que hace referencia a un periodo de 15 minutos (salvo que se disponga lo contrario)

**Anotación**

VLA-ED Valor límite ambiental-exposición diaria (límite de exposición de larga duración); tiempo medido o calculado en relación con un periodo de referencia de una media ponderada en el tiempo de ocho horas (salvo que se disponga lo contrario)

VLA-VM Valor máximo a partir del cual no debe producirse ninguna exposición (ceiling value)

**8.2 Controles de exposición****Medidas de protección individual (equipo de protección personal)****Protección de los ojos/la cara**

Utilizar gafas de protección con protección a los costados.

**Protección de la piel****• protección de las manos**

Úsense guantes adecuados. Adecuado es un guante de protección química probado según la norma EN 374. Para usos especiales se recomienda verificar con el proveedor de los guantes de protección, sobre la resistencia de éstos contra los productos químicos arriba mencionados. Los tiempos son valores aproximados de mediciones a 22 ° C y contacto permanente. El aumento de las temperaturas debido a las sustancias calentadas, el calor del cuerpo, etc. y la reducción del espesor efectivo de la capa por estiramiento puede llevar a una reducción considerable del tiempo de penetración. En caso de duda, póngase en contacto con el fabricante. Con un espesor de capa aproximadamente 1,5 veces mayor / menor, el tiempo de avance respectivo se duplica / se reduce a la mitad. Los datos se aplican solo a la sustancia pura. Cuando se transfieren a mezclas de sustancias, solo pueden considerarse como una guía.

**• tipo de material**

Caucho de butilo

**• espesor del material**

0,7mm

**• tiempo de penetración del material con el que estén fabricados los guantes**

>480 minutos (permeación: nivel 6)

#### • otras medidas de protección

Hacer períodos de recuperación para la regeneración de la piel. Están recomendados los protectores de piel preventivos (cremas de protección/pomadas).  
Ropa protectora de fuego.

#### Protección respiratoria



Protección respiratoria es necesaria para: Formación de aerosol y niebla. Tipo: AX (filtros para gases y filtros combinados contra compuestos orgánicos de bajo punto de ebullición, código de color: marrón).

#### Controles de exposición medioambiental

Mantener el producto alejado de los desagües y de las aguas superficiales y subterráneas.

## SECCIÓN 9: Propiedades físicas y químicas

### 9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

Estado físico	líquido
Color	incolor
Olor	acre
Punto de fusión/punto de congelación	-123,5 °C (ECHA)
Punto de ebullición o punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición	20 – 21 °C a 1.013 hPa (ECHA)
Inflamabilidad	líquido inflamable conforme con los criterios del SGA
Límite superior e inferior de explosividad	73 g/m <sup>3</sup> (LIE) - 1.040 g/m <sup>3</sup> (LSE) / 4 % vol (LIE) - 57 % vol (LSE)
Punto de inflamación	-40 °C (ECHA)
Temperatura de auto-inflamación	175 °C a 1.013 hPa (ECHA)
Temperatura de descomposición	no relevantes
pH (valor)	5 (en solución acuosa: 10 g/l, 20 °C)
Viscosidad cinemática	no determinado
Viscosidad dinámica	0,21 mPa s a 20 °C
<u>Solubilidad(es)</u>	
Hidrosolubilidad	miscible en cualquier proporción
<u>Coefficiente de reparto</u>	
Coefficiente de reparto n-octanol/agua (valor logarítmico):	0,63 (ECHA)

Presión de vapor 1.202 hPa a 25 °C

#### Densidad y/o densidad relativa

Densidad 0,785 g/cm<sup>3</sup> a 18 °C (ECHA)

Densidad de vapor 1,52 (aire = 1)

Características de las partículas no relevantes (líquido)

#### Otros parámetros de seguridad

Propiedades comburentes ninguno

### 9.2 Otros datos

Información relativa a las clases de peligro físico:	No hay información adicional.
Otras características de seguridad:	
Miscibilidad	completamente miscible con agua
Presión máxima de explosión	7,3 bar
Clase de temperatura (UE según ATEX)	T4 Temperatura de superficie máxima admisible en el equipo: 135°C

## SECCIÓN 10: Estabilidad y reactividad

### 10.1 Reactividad

Esta es una sustancia reactiva. Riesgo de ignición. Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire. Puede formar peróxidos explosivos.

#### En caso de calentamiento

Riesgo de ignición.

### 10.2 Estabilidad química

Reactividad en caso de exposición al aire. Posible formación de peróxido con oxígeno atmosférico. Peligro de polimerización.

### 10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas

**Reacciones fuertes con:** muy comburente, Hidróxido alcalino (álcali cáustico), Alcoholes, Amina, Amoníaco, Cloratos, Anhídrido acético, Quetona, Metales, Nitrato, Percloratos, Fenol, Fósforo, Ácidos, Oxígeno,  
=> Propiedades explosivas

### 10.4 Condiciones que deben evitarse

Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición. No fumar.

### 10.5 Materiales incompatibles

Artículos de caucho, diferentes plásticos

### 10.6 Productos de descomposición peligrosos

Productos de combustión peligrosos: véase sección 5. Peróxidos.

## SECCIÓN 11: Información toxicológica

### 11.1 Información sobre las clases de peligro definidas en el Reglamento (CE) n.o 1272/2008

#### Clasificación conforme al SGA (1272/2008/CE, CLP)

#### Toxicidad aguda

Nocivo en caso de ingestión.

Toxicidad aguda					
Vía de exposición	Parámetro	Valor	Especie	Método	Fuente
inhalación: vapores	LC50	24 mg/l/4h	rata		TOXNET
oral	LD50	661 mg/kg	rata		TOXNET
cutánea	LD50	3.540 mg/kg	conejo		TOXNET

#### Corrosión o irritación cutánea

No se clasificará como corrosivo/irritante para la piel.

#### Lesiones oculares graves o irritación ocular

Provoca irritación ocular grave.

#### Sensibilización respiratoria o cutánea

No se clasificará como sensibilizante respiratoria o sensibilizante cutánea.

#### Mutagenicidad en células germinales

Se sospecha que provoca defectos genéticos.

#### Carcinogenicidad

Puede provocar cáncer.

**Toxicidad para la reproducción**

No se clasificará como tóxico para la reproducción.

**Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única**

Puede irritar las vías respiratorias.

**Toxicidad específica en determinados órganos - exposición repetida**

No se clasifica como tóxico específico en determinados órganos (exposición repetida).

**Peligro por aspiración**

No se clasifica como peligroso en caso de aspiración.

**Síntomas relacionados con las características físicas, químicas y toxicológicas****• En caso de ingestión**

vómitos, náuseas

**• En caso de contacto con los ojos**

Provoca irritación ocular grave

**• En caso de inhalación**

edema pulmonar, Irritación de las vías respiratorias, tos, Ahogos

**• En caso de contacto con la piel**

Contacto frecuente y continuo con la piel puede causar irritaciones de piel, riesgo de penetración cutánea

**• Otros datos**

Otros efectos adversos: Cefalea, Espasmos, Pérdida de conciencia, Daños de hígado y riñones, Síntomas también se pueden mostrar horas después de la exposición

**11.2 Propiedades de alteración endocrina**

No incluido en la lista.

**11.3 Información relativa a otros peligros**

No hay información adicional.

## SECCIÓN 12: Información ecológica

**12.1 Toxicidad**

No se clasificará como peligroso para el medio ambiente acuático.

Toxicidad acuática (aguda)				
Parámetro	Valor	Especie	Fuente	Tiempo de exposición
EC50	48,3 mg/l	invertebrados acuáticos	ECHA	48 h

Toxicidad acuática (crónica)				
Parámetro	Valor	Especie	Fuente	Tiempo de exposición
ErC50	≤249 mg/l	alga	ECHA	5 d

**Biodegradación**

La sustancia es fácilmente biodegradable.

**12.2 Procesos de degradación**

Demanda Teórica de Oxígeno: 1,816 mg/mg

Dióxido de Carbono Teórico: 1,998 mg/mg

**12.3 Potencial de bioacumulación**

Se enriquece en organismos insignificadamente.

n-octanol/agua (log KOW)	0,63 (ECHA)
--------------------------	-------------

**12.4 Movilidad en el suelo**

No se dispone de datos.

**12.5 Resultados de la valoración PBT y mPmB**

No se dispone de datos.

**12.6 Propiedades de alteración endocrina**

No incluido en la lista.

**12.7 Otros efectos adversos**

No se dispone de datos.

## SECCIÓN 13: Consideraciones relativas a la eliminación

### 13.1 Métodos para el tratamiento de residuos



Elimínense el producto y su recipiente como residuos peligrosos. Eliminar el contenido/el recipiente de conformidad con la normativa local, regional, nacional o internacional.

#### Información pertinente para el tratamiento de las aguas residuales

No tirar los residuos por el desagüe.

#### Tratamiento de residuos de recipientes/embalajes

Es un residuo peligroso; solamente pueden usarse envases que han sido aprobado (p.ej. conforme a ADR).

### 13.2 Disposiciones sobre prevención de residuos

La coordinación de los números de clave de los residuos/marcas de residuos según CER hay que efectuarla específicamente de ramo y proceso. Abfallverzeichnis-Verordnung (reglamento sobre catálogo de residuos, Alemania).

### 13.3 Observaciones

Los residuos se deben clasificar en las categorías aceptadas por los centros locales o nacionales de tratamiento de residuos. Por favor considerar las disposiciones nacionales o regionales pertinentes.

## SECCIÓN 14: Información relativa al transporte

### 14.1 Número ONU o número ID

ADRRID	UN 1089
Código-IMDG	UN 1089
OACI-IT	UN 1089

### 14.2 Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas

ADRRID	ACETALDEHIDO
Código-IMDG	ACETALDEHYDE
OACI-IT	Acetaldehyde

### 14.3 Clase(s) de peligro para el transporte

ADRRID	3
Código-IMDG	3
OACI-IT	3

### 14.4 Grupo de embalaje

ADRRID	I
Código-IMDG	I
OACI-IT	I

### 14.5 Peligros para el medio ambiente

no peligroso para el medio ambiente conforme al reglamento para el transporte de mercancías peligrosas

### 14.6 Precauciones particulares para los usuarios

Las disposiciones concernientes a las mercancías peligrosas (ADR) se deben cumplir dentro de las instalaciones.


### 14.7 Transporte marítimo a granel con arreglo a los instrumentos de la OMI

El transporte a granel de la mercancía no está previsto.

### 14.8 Información para cada uno de los Reglamentos tipo de las Naciones Unidas



**Transporte de mercancías peligrosas por carretera, por ferrocarril o por vía navegable (ADR/RID/ADN) - Información adicional**

Designación oficial	ACETALDEHIDO
Menciones en la carta de porte	UN1089, ACETALDEHIDO, 3, I, (D/E)
Código de clasificación	F1
Etiqueta(s) de peligro	3
	
Cantidades exceptuadas (CE)	E0
Cantidades limitadas (LQ)	0
Categoría de transporte (CT)	1
Código de restricciones en túneles (CRT)	D/E
Número de identificación de peligro	33

**Reglamento referente al transporte internacional por ferrocarril de mercancías peligrosas (RID) Información adicional**

Código de clasificación	3
Etiqueta(s) de peligro	3



Cantidades exceptuadas (CE)	E0
Cantidades limitadas (LQ)	0
Categoría de transporte (CT)	1
Número de identificación de peligro	33

**Código marítimo internacional de mercancías peligrosas (IMDG) - Información adicional**

Designación oficial	ACETALDEHYDE
Designaciones indicadas en la declaración del expedidor (shipper's declaration)	UN1089, ACETALDEHYDE, 3, I, -40°C c.c.
Contaminante marino	-
Etiqueta(s) de peligro	3



Disposiciones especiales (DE)	-
Cantidades exceptuadas (CE)	E0
Cantidades limitadas (LQ)	0
EmS	F-E, S-D
Categoría de estiba (stowage category)	E

**Organización de Aviación Civil Internacional (OACI-IATA/DGR) - Información adicional**

Designación oficial	Acetaldehyde
Designaciones indicadas en la declaración del expedidor (shipper's declaration)	UN1089, Acetaldehyde, 3, I
Etiqueta(s) de peligro	3



Disposiciones especiales (DE)	A1
Cantidades exceptuadas (CE)	E0

## SECCIÓN 15: Información reglamentaria

### 15.1 Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla

#### Disposiciones pertinentes de la Unión Europea (UE)

#### Restricciones conforme a REACH, Anexo XVII

Sustancias peligrosas con restricciones (REACH, Anexo XVII)				
Nombre de la sustancia	Nombre según el inventario	No CAS	Restricción	No
Acetaldehído	este producto cumple con los criterios de clasificación de acuerdo con el Reglamento nº 1272/2008/CE		R3	3
Acetaldehído	carcinógeno		R28-30	28
Acetaldehído	inflamable / pirofórico		R40	40
Acetaldehído	sustancias en las tintas de los tatuajes y del maquillaje permanente		R75	75

#### Leyenda

R28-30 1. No podrá comercializarse ni utilizarse:

- como sustancias,
- como componentes de otras sustancias, o
- en mezclas,

para su venta al público en general cuando la concentración individual en la sustancia o la mezcla sea superior o igual a:

- bien al correspondiente límite específico de concentración establecido en el anexo VI, parte 3, del Reglamento (CE) no 1272/2008, o
- la concentración pertinente fijada en la Directiva 1999/45/CE, cuando no se haya asignado un límite de concentración específico en el anexo VI, parte 3, del Reglamento (CE) no 1272/2008

Sin perjuicio de la aplicación de otras disposiciones comunitarias sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias y mezclas, los proveedores deberán garantizar, antes de la comercialización, que el envase de tales sustancias o mezclas lleve de forma visible, legible e indeleble la mención siguiente:

«Reservado exclusivamente a usuarios profesionales».

2. No obstante, el punto 1 no se aplicará a:

- a) los medicamentos de uso humano o veterinario, tal y como están definidos en la Directiva 2001/82/CE y en la Directiva 2001/83/CE;
- b) los productos cosméticos tal como los define la Directiva 76/768/CEE;
- c) los siguientes combustibles y productos derivados del petróleo:
  - los carburantes contemplados en la Directiva 98/70/CE,
  - los derivados de los hidrocarburos, previstos para uso como combustibles en instalaciones de combustión móviles o fijas,
  - los combustibles vendidos en sistema cerrado (por ejemplo, bombonas de gas licuado);
- d) las pinturas para artistas contempladas en la Directiva 1999/45/CE;
- e) las sustancias enumeradas en el apéndice 11, columna 1, para las aplicaciones o usos enumerados en el apéndice 11, columna 2. Si se especifica una fecha en la columna 2 del apéndice 11, la exención se aplicará hasta la fecha mencionada;
- f) los productos contemplados por el Reglamento (UE) 2017/745.

## Leyenda

- R3
1. No se utilizarán en:
    - artículos decorativos destinados a producir efectos luminosos o de color obtenidos por medio de distintas fases, por ejemplo, lámparas de ambiente y ceniceros,
    - artículos de diversión y broma,
    - juegos para uno o más participantes o cualquier artículo que se vaya a utilizar como tal, incluso con carácter decorativo.
  2. Los artículos que no cumplan lo dispuesto en el punto 1 no podrán comercializarse.
  3. No se comercializarán cuando contengan un agente colorante, a menos que se requiera por razones fiscales, un agente perfumante o ambos, si:
    - pueden utilizarse como combustible en lámparas de aceite decorativas destinadas a ser suministradas al público en general, y
    - presentan un riesgo de aspiración y están etiquetadas con la frase H304.
  4. Las lámparas de aceite decorativas destinadas a ser suministradas al público en general no se comercializarán a menos que se ajusten a la norma europea sobre lámparas de aceite decorativas (EN 14059) adoptada por el Comité Europeo de Normalización (CEN).
  5. Sin perjuicio de la aplicación de otras disposiciones de la Unión sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, los proveedores se asegurarán, antes de la comercialización, de que se cumplen los siguientes requisitos:
    - a) los aceites para lámparas etiquetados con la frase H304 y destinados al público en general deberán llevar marcada de manera visible, legible e indeleble la siguiente indicación: "Mantener las lámparas que contengan este líquido fuera del alcance de los niños."; y, para el 1 de diciembre de 2010: "Un simple sorbo de aceite para lámparas, o incluso chupar la mecha, puede causar lesiones pulmonares potencialmente mortales.";
    - b) para el 1 de diciembre de 2010, los líquidos encendedores de barbacoa etiquetados con la frase H304 y destinados a ser suministrados al público en general deberán llevar marcada de manera legible e indeleble la siguiente indicación: "Un simple sorbo de líquido encendedor de barbacoa puede causar lesiones pulmonares potencialmente mortales";
    - c) para el 1 de diciembre de 2010, los aceites para lámparas y los líquidos encendedores de barbacoa etiquetados con la frase H304 y destinados a ser suministrados al público en general deberán presentarse en envases negros opacos de 1 litro como máximo;
- R40
1. No podrán utilizarse como sustancias o mezclas en generadores de aerosoles destinados a la venta al público en general con fines recreativos y decorativos, como:
    - brillo metálico decorativo utilizado fundamentalmente en decoración,
    - nieve y escarcha decorativas,
    - almohadillas indecentes (ventosidades),
    - serpentinas gelatinosas,
    - excrementos de broma,
    - pitos para fiestas (matasuegras),
    - manchas y espumas decorativas,
    - telarañas artificiales,
    - bombas fétidas.
  2. Sin perjuicio de la aplicación de otras disposiciones comunitarias sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias y mezclas, los proveedores deberán garantizar, antes de la comercialización, que el envase de los generadores de aerosoles antes mencionados lleve de forma visible, legible e indeleble la mención siguiente:  
«Reservado exclusivamente a usuarios profesionales».
  3. No obstante, las disposiciones de los puntos 1 y 2 no se aplicarán a los generadores de aerosoles a que se refiere el artículo 8, apartado 1 bis, de la Directiva 75/324/CEE del Consejo (2).
  4. Los generadores de aerosoles mencionados en los puntos 1 y 2 solo podrán comercializarse si cumplen los requisitos establecidos.

## Leyenda

- R75 1. No se comercializarán en mezclas para su uso para tatuaje, y las mezclas que las contengan no se usarán para tatuaje, después del 4 de enero de 2022 si la sustancia o las sustancias en cuestión están presentes en las siguientes circunstancias:
- a) en el caso de las sustancias clasificadas en la parte 3 del anexo VI del Reglamento (CE) n.º 1272/2008 como carcinógenos de categorías 1A, 1B o 2, o mutágenos de células germinales de categorías 1A, 1B o 2, la sustancia está presente en la mezcla en una concentración igual o superior al 0,00005 % en peso;
  - b) en el caso de una sustancia clasificada en la parte 3 del anexo VI del Reglamento (CE) n.º 1272/2008 como tóxica para la reproducción de categorías 1A, 1B o 2, la sustancia está presente en la mezcla en una concentración igual o superior al 0,001 % en peso;
  - c) en el caso de una sustancia clasificada en la parte 3 del anexo VI del Reglamento (CE) n.º 1272/2008 como sensibilizante cutáneo de categorías 1, 1A o 1B, la sustancia está presente en la mezcla en una concentración igual o superior al 0,001 % en peso;
  - d) en el caso de las sustancias clasificadas en la parte 3 del anexo VI del Reglamento (CE) n.º 1272/2008 como corrosivo cutáneo de categorías 1, 1A, 1B o 1C, irritante cutáneo de categoría 2, sustancia que causa lesiones oculares graves de categoría 1, o irritante ocular de categoría 2, la sustancia está presente en la mezcla en una concentración igual o superior:
    - i) al 0,1 % en peso, si la sustancia se utiliza únicamente como regulador de pH;
    - ii) al 0,01 % en peso, en todos los demás casos;
    - e) en el caso de una sustancia incluida en el anexo II del Reglamento (CE) n.º 1223/2009 (\*1), la sustancia está presente en la mezcla en una concentración igual o superior al 0,00005 % en peso;
    - f) en el caso de una sustancia respecto de la cual se especifica la condición de uno o varios de los tipos siguientes en la columna g (tipo de producto, partes del cuerpo) de la tabla del anexo IV del Reglamento (CE) n.º 1223/2009, la sustancia está presente en la mezcla en una concentración igual o superior al 0,00005 % en peso:
      - i) "Productos que se aclaran";
      - ii) "No utilizar en productos aplicados en las mucosas";
      - iii) "No utilizar en productos para los ojos";
    - g) si se trata de una sustancia para la que se ha especificado una condición en la columna h (Concentración máxima en el producto preparado para el uso) o en la columna i (Otras condiciones) del cuadro del anexo IV del Reglamento (CE) n.º 1223/2009, la sustancia está presente en la mezcla en una concentración, o de algún otro modo, no conforme con la condición especificada en dicha columna;
    - h) en el caso de una sustancia incluida en el apéndice 13 del presente anexo, la sustancia está presente en la mezcla en una concentración igual o superior al límite de concentración especificado para esa sustancia en dicho apéndice.
  2. A efectos de la presente entrada, se entiende por uso de una mezcla "para tatuaje" la inyección o introducción de la mezcla en la piel, las mucosas o el globo ocular de una persona, mediante cualquier proceso o procedimiento (incluidos los procedimientos comúnmente denominados maquillaje permanente, tatuaje cosmético, micro-blading (diseño de cejas pelo a pelo) y micropigmentación), con el objetivo de realizar una marca o un dibujo en su cuerpo.
  3. Si una sustancia no incluida en el apéndice 13 cumple más de una de las letras a) a g) del punto 1, se aplicará a dicha sustancia el límite de concentración más estricto establecido en los puntos de que se trate. Si una sustancia incluida en el apéndice 13 también cumple una o varias de las letras a) a g) del punto 1, se aplicará a dicha sustancia el límite de concentración establecido en la letra h) del punto 1.
  4. No obstante, el apartado 1 no será aplicable a las sustancias indicadas a continuación hasta el 4 de enero de 2023.
    - a) Pigmento Azul 15:3 (CI 74160, N.º CE 205-685-1, n.º CAS 147-14-8);
    - b) Pigmento Verde 7 (CI 74260, n.º CE 215-524-7, n.º CAS 1328-53-6).
  5. Si la parte 3 del anexo VI del Reglamento (CE) n.º 1272/2008 se modifica después del 4 de enero de 2021 para clasificar o reclasificar una sustancia de tal modo que la sustancia quede incluida en las letras a), b), c) o d) del punto 1 de la presente entrada, o de modo que quede incluida en una diferente de aquella en la que se hallaba anteriormente, y la fecha de aplicación de esa clasificación nueva o revisada es posterior a la fecha mencionada en el punto 1 o, en su caso, en el punto 4 de la presente entrada, a efectos de la aplicación de la presente entrada a dicha sustancia se considerará que dicha modificación surte efecto en la fecha de aplicación de dicha clasificación nueva o revisada.
  6. Si el anexo II o el anexo IV del Reglamento (CE) n.º 1223/2009 se modifican después del 4 de enero de 2021 para incluir o modificar la inclusión en la lista de una sustancia de modo que la sustancia quede comprendida en las letras e), f) o g) del punto 1 de la presente entrada, o de modo que quede incluida en un punto diferente de aquel en el que se hallaba anteriormente, y la modificación surte efecto después de la fecha a que se refiere el punto 1 o, en su caso, el punto 4 de la presente entrada, a efectos de la aplicación de la presente entrada a dicha sustancia se considerará que dicha modificación surte efecto dieciocho meses después de la entrada en vigor del acto mediante el cual se efectuó la modificación.
7. Los proveedores que comercialicen una mezcla para tatuaje deberán asegurarse de que, después del 4 de enero de 2022 la mezcla contiene la siguiente información:
- a) la declaración "Mezcla para su uso en tatuajes o en maquillaje permanente";
  - b) un número de referencia que permita identificar de manera inequívoca el lote;
  - c) la lista de ingredientes con arreglo a la nomenclatura establecida en el glosario de nombres comunes de ingredientes de conformidad con el artículo 33 del Reglamento (CE) n.º 1223/2009 o, de no haber un nombre común del ingrediente, el nombre IUPAC. De no haber un nombre común del ingrediente o un nombre IUPAC, el número CAS y el número CE. Los ingredientes se enumerarán por orden decreciente de peso o volumen de los ingredientes en el momento de la formulación. Por "ingrediente" se entiende cualquier sustancia añadida durante el proceso de formulación y presente en la mezcla para ser utilizada en tatuajes. Las impurezas no se considerarán ingredientes. Si ya se exige que el nombre de una sustancia, utilizada como ingrediente en el sentido de la presente entrada, figure en la etiqueta de conformidad con el Reglamento (CE) n.º 1272/2008, dicho ingrediente no tendrá que marcarse de conformidad con el presente Reglamento;
  - d) la declaración adicional "regulador del pH" de las sustancias comprendidas en el punto 1, letra d), inciso i);
  - e) la declaración "Contiene níquel. Puede provocar reacciones alérgicas" si la mezcla contiene níquel en una concentración inferior al límite especificado en el apéndice 13;
  - f) la declaración "Contiene cromo (VI). Puede provocar reacciones alérgicas" si la mezcla contiene cromo (VI) en una concentración inferior al límite especificado en el apéndice 13;
  - g) instrucciones de seguridad para el uso, en la medida en que no sea ya necesario que figuren en la etiqueta en virtud del Reglamento (CE) n.º 1272/2008. La información deberá ser claramente visible, fácilmente legible e indeleble. La información deberá presentarse en la lengua o las lenguas oficiales del Estado o los Estados miembros en los que se comercializa la mezcla, a menos que el Estado o los Estados miembros interesados dispongan otra cosa. Cuando sea necesario debido al tamaño del envase, la información indicada en el párrafo primero, excepto en lo que respecta a la letra a), se incluirá en las instrucciones de uso. Antes de usar una mezcla para tatuaje, la persona que utilice la mezcla facilitará a la persona que se someta al procedimiento la información que figure en el envase o en las

## Leyenda

instrucciones de uso con arreglo al presente punto.

8. No se utilizarán para tatuaje mezclas que no contengan la declaración "Mezcla para su uso en tatuajes o en maquillaje permanente".

9. La presente entrada no es aplicable a las sustancias que son gases a una temperatura de 20 °C y a una presión de 101,3 kPa, ni producen una presión de vapor de más de 300 kPa a una temperatura de 50 °C, a excepción del formaldehído (n.º CAS 50-00-0, n.º CE 200-001-8).

10. La presente entrada no es aplicable a la comercialización de mezclas para su uso en tatuaje, ni al uso de mezclas para tatuaje, cuando se comercialicen exclusivamente como producto sanitario o como accesorio de un producto sanitario, en el sentido del Reglamento (UE) 2017/745, ni cuando se utilicen exclusivamente como producto sanitario o como accesorio de un producto sanitario, en el sentido del mismo Reglamento. Cuando la comercialización o el uso puedan efectuarse no exclusivamente como producto sanitario o como accesorio de un producto sanitario, los requisitos del Reglamento (UE) 2017/745 y del presente Reglamento serán aplicables de forma acumulativa.

**Lista de sustancias sujetas a autorización (REACH, Anexo XIV)/SVHC - lista de candidatos**

No incluido en la lista.

**Directiva Seveso**

2012/18/UE (Seveso III)				
No	Sustancia peligrosa/categorías de peligro	Cantidades umbral (en toneladas) de aplicación de los requisitos de nivel inferior e superior		Notas
P5a	líquidos inflamables (cat. 1)	10	50	49)

**Anotación**

49) - Líquidos inflamables de la categoría 1, o  
 - líquidos inflamables de las categorías 2 o 3 mantenidos a una temperatura superior a su punto de ebullición, u  
 - otros líquidos con un punto de inflamación ≤ 60 °C, mantenidos a una temperatura superior a su punto de ebullición

**Directiva Decopaint**

Contenido de COV	100 % 785 g/l
------------------	------------------

**Directiva sobre Emisiones Industriales (DEI)**

Contenido de COV	100 %
Contenido de COV	785 g/l

**Directiva sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos (RoHS)**

no incluido en la lista

**Reglamento relativo al establecimiento de un registro europeo de emisiones y transferencias de contaminantes (PRTR)**

no incluido en la lista

**Directiva Marco del Agua (DMA)**

Lista de contaminantes (DMA)				
Nombre de la sustancia	Nombre según el inventario	No CAS	Enumera- do en	Observaciones
Acetaldehído	Sustancias y preparados, o productos derivados de ellos, cuyas propiedades cancerígenas, mutágenas o que puedan afectar a la tiroides, esteroideogénica, a la reproducción o a otras funciones endocrinas en el medio acuático o a través del medio acuático estén		a)	

Lista de contaminantes (DMA)				
Nombre de la sustancia	Nombre según el inventario	No CAS	Enumera- do en	Observaciones
	demostradas			

**Leyenda**

A) Lista indicativa de los principales contaminantes

**Reglamento sobre la comercialización y la utilización de precursores de explosivos**

no incluido en la lista

**Reglamento sobre precursores de drogas**

no incluido en la lista

**Reglamento sobre las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO)**

no incluido en la lista

**Reglamento relativo a la exportación e importación de productos químicos peligrosos (PIC)**

no incluido en la lista

**Reglamento sobre contaminantes orgánicos persistentes (POP)**

no incluido en la lista



## Otros datos

Directiva 94/33/CE relativa a la protección de los jóvenes en el trabajo. Tener en cuenta la ocupación limitada según la ley de protección a la madre (92/85/CEE) para embarazadas o madres que dan el pecho.

## Catálogos nacionales

País	Inventario	Estatuto
AU	AICS	la sustancia es enumerada
CA	DSL	la sustancia es enumerada
CN	IECSC	la sustancia es enumerada
EU	ECSI	la sustancia es enumerada
EU	REACH Reg.	la sustancia es enumerada
JP	CSCL-ENCS	la sustancia es enumerada
KR	KECI	la sustancia es enumerada
MX	INSQ	la sustancia es enumerada
NZ	NZIoC	la sustancia es enumerada
PH	PICCS	la sustancia es enumerada
TR	CICR	la sustancia es enumerada
TW	TCSI	la sustancia es enumerada
US	TSCA	la sustancia es enumerada

### Leyenda

AICS	Australian Inventory of Chemical Substances
CICR	Chemical Inventory and Control Regulation
CSCL-ENCS	List of Existing and New Chemical Substances (CSCL-ENCS)
DSL	Domestic Substances List (DSL)
ECSI	CE inventario de sustancias (EINECS, ELINCS, NLP)
IECSC	Inventory of Existing Chemical Substances Produced or Imported in China

### Leyenda

INSQ	Inventario Nacional de Sustancias Químicas
KECI	Korea Existing Chemicals Inventory
NZIoC	New Zealand Inventory of Chemicals
PICCS	Philippine Inventory of Chemicals and Chemical Substances (PICCS)
REACH Reg.	Sustancias registradas REACH
TCSI	Taiwan Chemical Substance Inventory
TSCA	Ley de Control de Sustancias Tóxicas

## 15.2 Evaluación de la seguridad química

No se ha realizado una evaluación de la seguridad química de esta sustancia.

## SECCIÓN 16: Otra información

### Indicación de modificaciones (ficha de datos de seguridad revisada)

Adaptación al reglamento: Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH), modificado por 2020/878/UE

Reestructuración: sección 9, sección 14

Sección	Inscripción anterior (texto/valor)	Inscripción actual (texto/valor)	Relevante para la seguridad
2.1		Clasificación según el Reglamento (CE) no 1272/2008 (CLP): modificación en el listado (tabla)	sí
2.1		Los principales efectos adversos fisicoquímicos, para la salud humana y para el medio ambiente: El producto es combustible y puede encenderse por fuentes de ignición potenciales.	sí
2.3	Otros peligros: No hay información adicional.	Otros peligros	sí
2.3		Resultados de la valoración PBT y mPmB: La evaluación de esta sustancia determina que no es PBT ni mPmB.	sí

## Abreviaturas y los acrónimos

Abrev.	Descripciones de las abreviaturas utilizadas
ADN	Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voies de navigation intérieures (Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Vías Navegables Interiores)
ADR	Accord relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (Acuerdo relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera)
CAS	Chemical Abstracts Service (número identificador único carente de significado químico)
CLP	Reglamento (CE) no 1272/2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado (Classification, Labelling and Packaging) de sustancias y mezclas
Código-IMDG	Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas
COV	Compuestos orgánicos volátiles
DGR	Dangerous Goods Regulations (reglamento para el transporte de mercancías peligrosas, véase IATA/DGR)
EC50	Effective Concentration 50 % (porcentaje de concentración efectivo). La CE50 corresponde a la concentración de una sustancia sometida a prueba que provoca un porcentaje 50 de cambios en la respuesta (por ejemplo, en el crecimiento) durante un intervalo de tiempo determinado

Abrev.	Descripciones de las abreviaturas utilizadas
EINECS	European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances (catálogo europeo de sustancias químicas comercializadas)
ELINCS	European List of Notified Chemical Substances (lista europea de sustancias químicas notificadas)
EmS	Emergency Schedule (programa de emergencias)
ErC50	≠ CE50: en este ensayo, es la concentración de la sustancia de ensayo que da lugar a una reducción del 50 %, bien en el crecimiento (C50Eb) bien en la tasa de crecimiento (C50Er) con respecto al testigo
ETA	Estimación de la Toxicidad Aguda
IATA	Asociación Internacional de Transporte Aéreo
IATA/DGR	Dangerous Goods Regulations (DGR) for the air transport (IATA) (Reglamento para el transporte de mercancías peligrosas por aire)
IMDG	International Maritime Dangerous Goods Code (código marítimo internacional de mercancías peligrosas)
INSHT	Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos, INSHT
LC50	Lethal Concentration 50 % (concentración letal 50%): la CL50 corresponde a la concentración de una sustancia sometida a prueba que provoca un porcentaje 50 de mortalidad durante un intervalo de tiempo determinado
LD50	Lethal Dose 50 % (dosis letal 50 %): la DL50 corresponde a la dosis de una sustancia sometida a prueba que provoca un porcentaje 50 de mortalidad durante un intervalo de tiempo determinado
LIE	Límite inferior de explosividad (LIE)
LSE	Límite superior de explosividad (LSE)
mPmB	Muy persistente y muy bioacumulable
NLP	No-Longer Polymer (ex-polímero)
No CE	El inventario de la CE (EINECS, ELINCS y lista NLP) es la fuente para el número CE como identificador de sustancias de la UE (Unión Europea)
No de índice	El número de clasificación es el código de identificación que se da a la sustancia en la parte 3 del el anexo VI del Reglamento (CE) no 1272/2008
OACI	Organisation de l'Aviation Civile International
OACI-IT	Technical instructions for the safe transport of dangerous goods by air (instrucciones técnicas para el transporte sin riesgos de mercancías peligrosas por vía aérea)
PBT	Persistente, Bioacumulable y Tóxico
ppm	Partes por millón
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (registro, evaluación, autorización y restricción de las sustancias y preparados químicos <sup>9</sup> )
RID	Règlement concernant le transport International ferroviaire des marchandises Dangereuses (Reglamento referente al transporte internacional por ferrocarril de mercancías peligrosas)
SGA	"Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de sustancias químicas" elaborado por Naciones Unidas
SVHC	Substance of Very High Concern (sustancia extremadamente preocupante)
VLA	Valor límite ambiental
VLA-EC	Valor límite ambiental-exposición de corta duración
VLA-ED	Valor límite ambiental-exposición diaria
VLA-VM	Valor máximo



### Principales referencias bibliográficas y fuentes de datos

Reglamento (CE) no 1272/2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado (Classification, Labelling and Packaging) de sustancias y mezclas. Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH), modificado por 2020/878/UE.

Acuerdo relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR). Reglamento referente al transporte internacional por ferrocarril de mercancías peligrosas (RID). Código marítimo internacional de mercancías peligrosas (IMDG). Dangerous Goods Regulations (DGR) for the air transport (IATA) (Reglamento para el transporte de mercancías peligrosas por aire).

### Frases pertinentes (código y texto completo como se expone en la sección 2 y 3)

Código	Texto
H224	Líquido y vapores extremadamente inflamables.
H302	Nocivo en caso de ingestión.
H319	Provoca irritación ocular grave.
H335	Puede irritar las vías respiratorias.
H341	Se sospecha que provoca defectos genéticos.
H350	Puede provocar cáncer.

### Cláusula de exención de responsabilidad

Esta información se basa en los conocimientos de que disponemos hasta el momento. Esta FDS se refiere exclusivamente a este producto.

## 4.1.2- Crotonaldehído

### Fichas de Seguridad



Sigma-Aldrich®

[www.sigmaldrich.com](http://www.sigmaldrich.com)

## FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

de acuerdo el Reglamento (CE) No. 1907/2006

Generación de FDS: 31.08.2023  
Versión 8.8  
Fecha de revisión 30.08.2023  
Fecha de impresión 31.08.2023  
GENERIC EU MSDS - NO COUNTRY SPECIFIC DATA - NO OEL DATA

### SECCIÓN 1. Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

#### 1.1 Identificadores del producto

Nombre del producto : Crotonaldehído (mezcla de isómeros) para síntesis

Referencia : 8.02667  
Artículo número : 802667  
Marca : Millipore  
No. Índice : 605-009-00-9  
REACH No. : Un número de registro no está disponible para esta sustancia, ya que la sustancia o sus usos están exentos del registro, el tonelaje anual no requiere registro o dicho registro está previsto para una fecha posterior

No. CAS : 4170-30-3

#### 1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos identificados : Reactivos para laboratorio, Fabricación de sustancias

#### 1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Compañía : MERCK PERUANA S.A. PE  
Av. Los Frutales 220  
3 LIMA  
PERU

Teléfono : +51 1 618-7500  
Fax : +51 1 437-2955

#### 1.4 Teléfono de emergencia

Teléfono de Urgencia : +(51)-17071295 (CHEMTREC Peru) En caso de urgencias: acúdase al Centro de Salud más cercano.

---

### SECCIÓN 2. Identificación de los peligros

#### 2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

##### Clasificación de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008

Líquidos inflamables (Categoría 2), H225

Toxicidad aguda, Oral (Categoría 3), H301

Toxicidad aguda, Inhalación (Categoría 2), H330

Toxicidad aguda, Cutáneo (Categoría 3), H311

Irritación cutáneas (Categoría 2), H315

Lesiones oculares graves (Categoría 1), H318

Mutagenicidad en células germinales (Categoría 2), H341

Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única (Categoría 3), Sistema respiratorio, H335

Toxicidad específica en determinados órganos - exposiciones repetidas (Categoría 2), H373

Peligro a corto plazo (agudo) para el medio ambiente acuático (Categoría 1), H400

Para el texto íntegro de las Declaraciones-H mencionadas en esta sección, véase la Sección 16.

#### 2.2 Elementos de la etiqueta

##### Etiquetado de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008

Pictograma



Palabra de advertencia

Peligro

Indicación(es) de peligro

H225

Líquido y vapores muy inflamables.

H301 + H311

Tóxico en caso de ingestión o en contacto con la piel.

H315

Provoca irritación cutánea.

H318

Provoca lesiones oculares graves.

H330

Mortal en caso de inhalación.

H335

Puede irritar las vías respiratorias.

H341

Se sospecha que provoca defectos genéticos.

H373

Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas.

H400

Muy tóxico para los organismos acuáticos.

Declaración(es) de prudencia

P210

Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición. No fumar.

P273

Evitar su liberación al medio ambiente.

P280

Llevar guantes/ ropa de protección/ equipo de protección para los ojos/ la cara.

P303 + P361 + P353

EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitar inmediatamente toda la ropa contaminada. Enjuagar la piel con agua.

P304 + P340 + P310

EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la persona al aire libre y mantenerla en una posición que le facilite la respiración. Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/ médico.

P305 + P351 + P338

EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado.

Declaración Suplementaria ninguno(a)  
del Peligro

**Etiquetado reducido (<= 125 ml)**

Pictograma



Palabra de advertencia Peligro

Indicación(es) de peligro

H330 Mortal en caso de inhalación.  
 H341 Se sospecha que provoca defectos genéticos.  
 H318 Provoca lesiones oculares graves.  
 H301 + H311 Tóxico en caso de ingestión o en contacto con la piel.

Declaración(es) de prudencia

P280 Llevar guantes/ ropa de protección/ equipo de protección para los ojos/ la cara.  
 P304 + P340 + P310 EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la persona al aire libre y mantenerla en una posición que le facilite la respiración. Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/ médico.  
 P305 + P351 + P338 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto cuando estén presentes y pueda hacerse con facilidad. Proseguir con el lavado.

Declaración Suplementaria del Peligro ninguno(a)

**2.3 Otros Peligros**

Esta sustancia/mezcla no contiene componentes que se consideren que sean bioacumulativos y tóxicos persistentes (PBT) o muy bioacumulativos y muy persistentes (mPmB) a niveles del 0,1% o superiores.

Información ecológica:

La sustancia/la mezcla no contienen componentes que tengan propiedades alteradoras endocrinas de acuerdo con el artículo 57(f) de REACH o el Reglamento delegado de la Comisión (UE) 2017/2100 o el Reglamento de la Comisión (UE) 2018/605 en niveles del 0,1 % o superiores.

Información toxicológica:

La sustancia/la mezcla no contienen componentes que tengan propiedades alteradoras endocrinas de acuerdo con el artículo 57(f) de REACH o el Reglamento delegado de la Comisión (UE) 2017/2100 o el Reglamento de la Comisión (UE) 2018/605 en niveles del 0,1 % o superiores.

**SECCIÓN 3. Composición/información sobre los componentes****3.1 Sustancias**

Formula : C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O  
 Peso molecular : 70,09 g/mol  
 No. CAS : 4170-30-3  
 No. CE : 224-030-0  
 No. Índice : 605-009-00-9

Componente	Clasificación	Concentración
<b>Crotonaldehído (mezcla de los isómeros cis y trans)</b>		
No. CAS 4170-30-3	Flam. Líq. 2; Acute Tox. 3; Acute Tox. 2; Acute Tox. 3; Skin Irrit. 2; Eye Dam. 1; Muta. 2; STOT SE 3; STOT RE 2; Aquatic Acute 1; H225, H301, H330, H311, H315, H318, H341, H335, H373, H400 Factor-M - Aquatic Acute: 1	<= 100 %
No. CE 224-030-0		
No. Índice 605-009-00-9		

Para el texto íntegro de las Declaraciones-H mencionadas en esta sección, véase la Sección 16.

---

## SECCIÓN 4. Primeros auxilios

### 4.1 Descripción de los primeros auxilios

#### Recomendaciones generales

El socorrista necesita protegerse a sí mismo. Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio.

#### Si es inhalado

Tras inhalación: aire fresco. Llamar inmediatamente al médico. Tras parada respiratoria: inmediatamente respiración instrumental. Aplicar oxígeno en caso necesario.

#### En caso de contacto con la piel

En caso de contacto con la piel: Quitar inmediatamente todas las prendas contaminadas. Aclararse la piel con agua/ ducharse. Llame inmediatamente al médico.

#### En caso de contacto con los ojos

Tras contacto con los ojos: aclarar con abundante agua. Llamar inmediatamente al oftalmólogo. Retirar las lentillas.

#### Por ingestión

Tras ingestión: hacer beber agua (máximo 2 vasos). Consultar inmediatamente al médico. Solamente en casos excepcionales, si no es posible la asistencia médica dentro de una hora, provocar el vómito (solamente en personas plenamente despiertas y conscientes), administrar carbón activo (20 - 40 g en suspensión al 10%) y consultar al médico lo más rápidamente posible.

### 4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

Los síntomas y efectos más importantes conocidos se describen en la etiqueta (ver sección 2.2) y / o en la sección 11

### 4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

Sin datos disponibles

---

## SECCIÓN 5. Medidas de lucha contra incendios

### 5.1 Medios de extinción

#### Medios de extinción apropiados

Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) Espuma Polvo seco

#### Medios de extinción no apropiados

No existen limitaciones de agentes extinguidores para esta sustancia/mezcla.

### 5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

Óxidos de carbono

Inflamable.

Prestar atención al retorno de la llama.

Los vapores son más pesados que el aire y pueden expandirse a lo largo del suelo.

En caso de incendio posible formación de gases de combustión o vapores peligrosos.

Son posibles mezclas explosivas con el aire a temperaturas normales.

### 5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

Permanencia en el área de riesgo sólo con sistemas de respiración artificiales e independientes del ambiente. Protección de la piel mediante observación de una distancia de seguridad y uso de ropa protectora adecuada .

### 5.4 Otros datos

Separar el recipiente de la zona de peligro y refrigerarlo con agua. Impedir la contaminación de las aguas superficiales o subterráneas por el agua que ha servido a la extinción de incendios.

---

## SECCIÓN 6. Medidas en caso de vertido accidental

### 6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

Indicaciones para el personal que no forma parte de los servicios de emergencia: No respirar los vapores, aerosoles. Evitar el contacto con la sustancia. Asegúrese una ventilación apropiada. Manténgase alejado del calor y de las fuentes de ignición. Evacúe el área de peligro, respete los procedimientos de emergencia, consulte con expertos. Equipo de protección individual, ver sección 8.

## **6.2 Precauciones relativas al medio ambiente**

No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado. Riesgo de explosión.

## **6.3 Métodos y material de contención y de limpieza**

Cubra las alcantarillas. Recoja, una y aspire los derrames. Observe posibles restricciones de materiales (véanse indicaciones en las secciones 7 o 10). Recoger cuidadosamente con agentes absorbentes de líquidos, p.ej. Chemisorb®. Añadir a residuos a tratar. Aclarar.

## **6.4 Referencia a otras secciones**

Para eliminación de desechos ver sección 13.

---

## **SECCIÓN 7. Manipulación y almacenamiento**

### **7.1 Precauciones para una manipulación segura**

#### **Consejos para una manipulación segura**

Trabajar bajo campana extractora. No inhalar la sustancia/la mezcla. Evítese la generación de vapores/aerosoles.

#### **Indicaciones para la protección contra incendio y explosión**

Mantener apartado de las llamas abiertas, de las superficies calientes y de los focos de ignición. Tomar medidas de precaución contra descargas electrostáticas.

#### **Medidas de higiene**

Sustituir inmediatamente la ropa contaminada. Protección preventiva de la piel. Lavar cara y manos al término del trabajo.

Ver precauciones en la sección 2.2

### **7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades**

#### **Condiciones de almacenamiento**

Protejido de la luz. Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado. Manténgase alejado del calor y de las fuentes de ignición. Mantenerlo encerrado en una zona únicamente accesible por las personas autorizadas o calificadas.

Temperatura de almacenaje recomendada indicada en la etiqueta del producto.

#### **Clase de almacenamiento**

Clase de almacenamiento (TRGS 510): 3: Líquidos inflamables

### **7.3 Usos específicos finales**

Aparte de los usos mencionados en la sección 1.2 no se estipulan otros usos específicos

---

## **SECCIÓN 8. Controles de exposición/protección individual**

### **8.1 Parámetros de control**

**Componentes con valores límite ambientales de exposición profesional.**

### **8.2 Controles de la exposición**

#### **Protección personal**

##### **Protección de los ojos/ la cara**

Use equipo de protección para los ojos probado y aprobado según las normas gubernamentales correspondientes, tales como NIOSH (EE.UU.) o EN 166 (UE). Gafas de seguridad ajustadas al contorno del rostro

##### **Protección de la piel**

Esta recomendación solo es válida para el producto mencionado en la ficha de datos de seguridad, suministrado por nosotros y para el fin indicado. Al disolver o mezclar en otras sustancias y cuando las condiciones difieran de las indicadas en EN 16523-1, debe dirigirse al suministrador de guantes con distintivo CE (por ejem. KCL GmbH, D-36124 Eichenzell, Internet: [www.kcl.de](http://www.kcl.de))

Sumerción

Material: goma butílica

espesura mínima de capa: 0,7 mm

Tiempo de penetración: 480 min

Material probado: Butoject® (KCL 898)

Esta recomendación solo es válida para el producto mencionado en la ficha de datos de seguridad, suministrado por nosotros y para el fin indicado. Al disolver o mezclar en otras sustancias y cuando las condiciones difieran de las indicadas en EN 16523-

1, debe dirigirse al suministrador de guantes con distintivo CE (por ejem. KCL GmbH, D-36124 Eichenzell, Internet: www.kcl.de)

Salpicaduras

Material: Caucho nitrilo

espesura mínima de capa: 0,4 mm

Tiempo de penetración: 30 min

Material probado: Camatril® (KCL 730 / Aldrich Z677442, Talla M)

### Protección Corporal

Vestimenta protectora antiestática retardante de la flama.

### Protección respiratoria

Tipo de Filtro recomendado: Filtro A

El empresario debe garantizar que el mantenimiento, la limpieza y la prueba técnica de los protectores respiratorios se hagan según las instrucciones del productor de las mismas. Estas medidas deben ser documentadas debidamente.

### Control de exposición ambiental

No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado. Riesgo de explosión.

---

## SECCIÓN 9. Propiedades físicas y químicas

### 9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

a) Estado físico	líquido
b) Color	incolore
c) Olor	Sin datos disponibles
d) Punto de fusión/ punto de congelación	Sin datos disponibles
e) Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición	104 °C a 1.013 hPa
f) Inflamabilidad (sólido, gas)	Sin datos disponibles
g) Inflamabilidad superior/inferior o límites explosivos	Límite superior de explosividad: 15,5 %(v) Límites inferior de explosividad: 2,1 %(v)
h) Punto de inflamación	13 °C - c.c.
i) Temperatura de auto-inflamación	Sin datos disponibles
j) Temperatura de descomposición	Sin datos disponibles
k) pH	Sin datos disponibles
l) Viscosidad	Viscosidad, cinemática: Sin datos disponibles Viscosidad, dinámica: Sin datos disponibles
m) Solubilidad en agua	Sin datos disponibles
n) Coeficiente de reparto n- octanol/agua	Sin datos disponibles
o) Presión de vapor	Sin datos disponibles
p) Densidad	0,85 gcm <sup>3</sup> a 20 °C
Densidad relativa	Sin datos disponibles
q) Densidad relativa del vapor	Sin datos disponibles

- |                                      |                       |
|--------------------------------------|-----------------------|
| r) Características de las partículas | Sin datos disponibles |
| s) Propiedades explosivas            | Sin datos disponibles |
| t) Propiedades comburentes           | Sin datos disponibles |

## 9.2 Otra información de seguridad

Sin datos disponibles

---

## SECCIÓN 10. Estabilidad y reactividad

### 10.1 Reactividad

Los vapores pueden formar una mezcla explosiva con el aire.

### 10.2 Estabilidad química

El producto es químicamente estable bajo condiciones normales (a tempera tura ambiental).

### 10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas

Posibles reacciones violentas con:

Oxidantes

Aminas

Riesgo de explosión con:

butadieno

Álcalis

Ácido nítrico

Ácidos

### 10.4 Condiciones que deben evitarse

Calentamiento.

### 10.5 Materiales incompatibles

Sin datos disponibles

### 10.6 Productos de descomposición peligrosos

En caso de incendio: véase sección 5

---

## SECCIÓN 11. Información toxicológica

### 11.1 Información sobre los efectos toxicológicos

#### Toxicidad aguda

DL50 Oral - Rata - 80 mg/kg

Síntomas: Irritaciones de las mucosas en la boca, garganta, esófago y tracto estomago-intestinal.

Observaciones: (RTECS)

Síntomas: irritación de las mucosas, Tos, Insuficiencia respiratoria, perjudica las vias respiratorias, Su inhalación puede producir edemas en el tracto respiratorio.

DL50 Cutáneo - Conejo - 128 - 324 mg/kg

Observaciones: (Literatura)

#### Corrosión o irritación cutáneas

Piel - Conejo

Resultado: Irritaciones

Observaciones: (IUCLID)

#### Lesiones o irritación ocular graves

Sin datos disponibles

#### Sensibilización respiratoria o cutánea

Sin datos disponibles

#### Mutagenicidad en células germinales

Se sospecha que provoca defectos genéticos.

Tipo de Prueba: Mutagenicidad (ensayo de células de mamífero): test micronucleus.

Resultado: negativo

Observaciones: (National Toxicology Program)

Tipo de Prueba: Prueba de Ames

Sistema experimental: Salmonella typhimurium

Resultado: positivo

Observaciones: (National Toxicology Program)

**Carcinogenicidad**

Sin datos disponibles

**Toxicidad para la reproducción**

Sin datos disponibles

**Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única**

Puede irritar las vías respiratorias.

**Toxicidad específica en determinados órganos - exposiciones repetidas**

Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas.

**Peligro de aspiración**

Sin datos disponibles

**11.2 Información Adicional****Propiedades de alteración endocrina****Producto:**

Valoración

La sustancia/la mezcla no contienen componentes que tengan propiedades alteradoras endocrinas de acuerdo con el

artículo 57(f) de REACH o el Reglamento delegado de la Comisión (UE) 2017/2100 o el Reglamento de la Comisión (UE) 2018/605 en niveles del 0,1 % o superiores.

El producto causa severa destrucción de los tejidos de las membranas mucosas, el tracto respiratorio superior, los ojos y la piel., espasmo, inflamación y edema de la laringe, espasmo, inflamación y edema de los bronquios, neumonitis, edema pulmonar, quemazón, Tos, sibilancia, laringitis, Insuficiencia respiratoria, Dolor de cabeza, Náusea, Vómitos

Tras absorción:

Dolor de cabeza

Vértigo

sueño

Puede causar daño al riñón.

Las otras propiedades peligrosas no pueden ser excluidas.

El producto debe manejarse con especial cuidado.

**SECCIÓN 12. Información ecológica****12.1 Toxicidad**

Toxicidad para los peces	CL50 - Oncorhynchus mykiss (Trucha irisada) - 0,65 mg/l - 96 h Observaciones: (IUCLID)
Toxicidad para las dafnias y otros invertebrados acuáticos	CE50 - Daphnia magna (Pulga de mar grande) - 2 mg/l - 48 h Observaciones: (IUCLID)
Toxicidad para las algas	CI50 - algas - 0,88 mg/l - 72 h Observaciones: (Ficha de datos de Seguridad externa)
Toxicidad para las bacterias	EC10 - Bacterias - 14 mg/l - 72 h Observaciones: (Literatura)
	EC5 - E. coli - 15.000 mg/l Observaciones: (Literatura) (concentración tóxica límite)





---

## SECCIÓN 15. Información reglamentaria

### 15.1 Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla

La hoja técnica de seguridad cumple con los requisitos de la Reglamento (CE) No. 1907/2006.

#### Autorizaciones y / o restricciones de uso

##### Legislación nacional

Seveso III: Directiva 2012/18/UE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.	H2	TOXICIDAD AGUDA
	E1	PELIGROS PARA EL MEDIOAMBIENTE
	P5c	LÍQUIDOS INFLAMABLES

##### Otras regulaciones

Obsérvense las restricciones considerando la protección maternal de acuerdo a las más rigurosas nacionales.

Tomar nota de la Directiva 94/33/CEE sobre la protección laboral de los jóvenes.

### 15.2 Evaluación de la seguridad química

Para este producto no se ha llevado a cabo una evaluación de la seguridad química

---

## SECCIÓN 16. Otra información

### Texto íntegro de las Declaraciones-H referidas en las secciones 2 y 3.

H225	Líquido y vapores muy inflamables.
H301	Tóxico en caso de ingestión.
H301 + H311	Tóxico en caso de ingestión o en contacto con la piel.
H311	Tóxico en contacto con la piel.
H315	Provoca irritación cutánea.
H318	Provoca lesiones oculares graves.
H330	Líquido y vapores muy inflamables.
H335	Tóxico en caso de ingestión o en contacto con la piel.
H341	Provoca irritación cutánea.
H373	Provoca lesiones oculares graves.
H400	Mortal en caso de inhalación.

### Texto completo de otras abreviaturas

ADN - Acuerdo europeo relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por vías navegables interiores; ADR - Acuerdo relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera; AIIC - Inventario de productos químicos industriales de Australia; ASTM - Sociedad Estadounidense para la Prueba de Materiales; bw - Peso corporal; CMR - Carcinógeno, mutágeno o tóxico para la reproducción; DIN - Norma del Instituto Alemán para la Normalización; DSL - Lista Nacional de Sustancias (Canadá); ECx - Concentración asociada con respuesta x%; ELx - Tasa de carga asociada con respuesta x%; EmS - Procedimiento de emergencia; ENCS - Sustancias Químicas Existentes y Nuevas (Japón); ErCx - Concentración asociada con respuesta de tasa de crecimiento x%; GHS - Sistema Globalmente Armonizado; GLP - Buena práctica de laboratorio; IARC - Agencia Internacional para la investigación del cáncer; IATA - Asociación Internacional de Transporte Aéreo; IBC - Código internacional para la construcción y equipamiento de Embarcaciones que transportan químicos peligrosos a granel; IC50 - Concentración inhibitoria máxima media; ICAO - Organización Internacional de Aviación Civil; IECSC - Inventario de Sustancias Químicas en China; IMDG - Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas; IMO - Organización

Marítima Internacional; ISHL - Ley de Seguridad e Higiene Industrial (Japón); ISO - Organización Internacional para la Normalización; KECI - Inventario de Químicos Existentes de Corea; LC50 - Concentración letal para 50% de una población de prueba; LD50 - Dosis letal para 50% de una población de prueba (Dosis letal mediana); MARPOL - Convenio Internacional para prevenir la Contaminación en el mar por los buques; n.o.s. - N.E.P.: No especificado en otra parte; NO(A)EC - Concentración de efecto (adverso) no observable; NO(A)EL - Nivel de efecto (adverso) no observable; NOELR - Tasa de carga de efecto no observable; NZIoC - Inventario de Químicos de Nueva Zelanda; OECD - Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico; OPPTS - Oficina para la Seguridad Química y Prevención de Contaminación; PBT - Sustancia persistente, bioacumulativa y tóxica; PICCS - Inventario Filipino de Químicos y Sustancias Químicas; (Q)SAR - Relación estructura-actividad (cuantitativa); REACH - Reglamento (EC) No 1907/2006 del Parlamento y Consejo Europeos con respecto al registro, evaluación autorización y restricción de químicos; RID - reglamento relativo al transporte internacional de mercancías peligrosas por ferrocarril; SADT - Temperatura de descomposición autoacelerada; SDS - Ficha de datos de seguridad; TCSI - Inventario de Sustancias Químicas de Taiwán; TECI - Inventario de productos químicos existentes de Tailandia; TSCA - Ley para el Control de Sustancias Tóxicas (Estados Unidos); UN - Naciones Unidas; UNRTDG - Recomendaciones para el Transporte de Mercancías Peligrosas de las Naciones Unidas; vPvB - Muy persistente y muy bioacumulativo

### **Otros datos**

La información indicada arriba se considera correcta pero no pretende ser exhaustiva y deberá utilizarse únicamente como orientación. La información contenida en este documento esta basada en el presente estado de nuestro conocimiento y es aplicable a las precauciones de seguridad apropiadas para el producto. No representa ninguna garantía de las propiedades del producto. La Corporación Sigma-Aldrich y sus Compañías Afiliadas, no responderán por ningún daño resultante de la manipulación o contacto con el producto indicado arriba. Dirijase a [www.sigma-aldrich.com](http://www.sigma-aldrich.com) y/o a los términos y condiciones de venta en el reverso de la factura o de la nota de entrega. Copyright 2020 Sigma-Aldrich Co. LLC. Se autoriza la reproducción en número ilimitado de copias para uso exclusivamente interno.

La marca que aparece en el encabezado y/o el pie de página de este documento puede no coincidir visualmente con el producto adquirido mientras hacemos la transición de nuestra marca. Sin embargo, toda la información del documento relativa al producto permanece sin cambios y coincide con el producto solicitado. Para más información, póngase en contacto con [mlsbranding@sial.com](mailto:mlsbranding@sial.com)

#### 4.1.3- Mercado

En la Argentina el acetaldehído es producido actualmente por las empresas Carboclor, Dow Argentina, Petroquímica Comodoro Rivadavia, Solvay Indumpa y Worh Química con una capacidad aproximada de 4.000 tn/año.

Tras este suceso, para poder suplir la demanda, se generaron importaciones provenientes de países europeos como Alemania y Francia, que poseen los mayores volúmenes de producción a nivel global.

A continuación, se expresa la evolución de los volúmenes producidos e importados de acetaldehído en los últimos 10 años, desde el año 2013 hasta el 2022;

AÑO	PROD. (t)	IMPO. (t)	EXPO. (t)	CONSUMO (t)	IMPO. (US\$/t)	EXPO. (US\$/t)
2012	15.380	12.021	1102	26.299	1770	1254
2013	16.438	15.063	1112	30.389	1825	1292
2014	17.201	15.813	368	32.646	1881	1332
2015	17.413	19.632	1789	35.256	1939	1374
2016	17.901	21.601	624	38.878	1999	1416
2017	1.524	39.541	1029	40.036	2061	1460
2018	2.528	50.125	19	52.634	2125	1505
2019	3.828	59.015	284	62.559	2190	1552
2020	2.853	54.120	473	56.500	2258	1600
2021	1.420	48.401	2042	47.779	2328	1649
2022	3.828	59.015	284	62.559	2400	1700

*Tabla 2 - Importación/Exportación de Acetaldehído. Fuente: Instituto Petroquímico Argentino - IPA*

Como se evidencia en el cuadro la caída de la producción de 2017 se debe a que la fábrica ATANOR cerró sus puertas. Además, se observa que no hay excedentes productivos que generen exportaciones; sino que las únicas exportaciones son el remanente de las importaciones que no se llegaron a consumir. En promedio, se han producido 8.491 toneladas al año; importado unas 45.628 toneladas por año, el consumo aparente ha sido de 63.189 t/a y el valor de la importación ha sido de 2.000 U\$/t.

## 4.2- Materias primas

Las materias primas principales para nuestro proceso son el Etileno y el Oxígeno, las cuales se requieren de una muy alta pureza para evitar contaminaciones indeseadas del catalizador.

### 4.2.1- Etileno

#### Generalidades

El etileno, también llamado eteno ( $CH_2CH_2$ ), es un compuesto orgánico que es el más básico de los hidrocarburos insaturados. Su estructura química se caracteriza por tener dos átomos de carbono unidos por un enlace doble.

El etileno es un gas incoloro que tiene un olor característico no desagradable. Se disuelve en agua, alcohol y la mayoría de los disolventes orgánicos. Es altamente inflamable en condiciones normales de temperatura y presión. Cuando se lo expone a la luz, reacciona de manera violenta con sustancias oxidantes y algunos halogenuros como por ejemplo el cloro. Es uno de los productos químicos más importantes en la industria química, pero también se encuentra de forma natural en las plantas.

La mayoría del etileno que se produce a nivel mundial se obtiene mediante un proceso llamado craqueo con vapor o steam cracking. Este proceso se lleva a cabo en refinerías y utiliza sustancias como el gasóleo, el propano o el etano, entre otros. Otra forma de obtener etileno es a partir de naftas y mediante procesos químicos de refinamiento utilizando gas natural. En laboratorios a pequeña escala, también es posible obtener etileno mediante la oxidación de alcoholes.

## Propiedades fisicoquímicas

<b>Etileno – Propiedades fisicoquímicas</b>	
Calor de combustión	-1327 kJ/mol
Calor de vaporización a 1 ATM	119,45 kJ/mol
Densidad en CNTP	1,178 g/cm <sup>3</sup>
Formula química	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>
Densidad relativa al aire	0,947
Limite explosivo inferior	2,7%V
Limite explosivo superior	36%V
Peso molecular	28,05 g/mol
Punto de ebullición a 1 ATM	-103,7 °C
Punto de fusión a 1 ATM	-169,2 °C
Punto de inflamabilidad	-136,6 °C
Temperatura critica	-169,43 °C
Temperatura de ignición	490 °C
Viscosidad a 20°C	0,093 mPas
Volumen critico	0,0002 m <sup>3</sup> /mol

Tabla 3 - Propiedades Fisicoquímicas del Etileno. Fuentes:  
ficha de seguridad Linde

## Ficha de Seguridad

Making our world more productive



### FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

#### Etileno

Fecha de asunto:: 16.01.2013  
Fecha de revisión: 20.11.2019

Versión: 1.2

No. FDS: 000010021778  
1/17

### SECCIÓN 1: Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

#### 1.1 Identificador del producto

Nombre del producto:	Etileno
Nombre comercial:	Etileno 3.0, Etileno 3.5
Identificación adicional	
Determinación química:	etileno
Fórmula química:	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>
Número de identificación - UE	601-010-00-3
No. CAS	74-85-1
N.º CE	200-815-3
No. de registro REACH	01-2119462827-27

## 1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

<b>Uso identificado:</b>	Industriales y profesionales. Realizar la evaluación de riesgos antes de su uso. Uso como combustible Uso para fabricación de componentes electrónicos. Uso del gas solo o en mezclas para la calibración de equipos de análisis. Uso del gas como materia prima en procesos químicos. Gas combustible para la soldadura, aplicaciones de corte, calentamiento y aplicaciones de soldadura. Industria del vidrio. Refrigerante.
<b>Usos no recomendados</b>	Regulador del crecimiento vegetal Consumo particular.

## 1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

**Proveedor**  
Abelló Linde, S. A.  
Calle Bailén 105  
E-08009 Barcelona

**télefono:** +34 93 4 76 74 00

**Correo electrónico:** customerservice@es.linde-gas.com

**1.4 Teléfono de emergencia:** +34 93 4 76 74 00

## SECCIÓN 2: Identificación de los peligros

### 2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

Clasificación de acuerdo con el reglamento (CE) No. 1272/2008 con sus modificaciones posteriores.

#### Peligros Físicos

Gas inflamable	Categoría 1	H220: Gas extremadamente inflamable.
Gases a presión	Gas líquido	H280: Contiene gas a presión; peligro de explosión en caso de calentamiento.

#### Peligros para la Salud

Toxicidad Sistémica Específica de Órganos Diana- Exposición Única	Categoría 3	H336: Puede provocar somnolencia o vértigo.
---	-------------	---

### 2.2 Elementos de la Etiqueta

**Contiene:** etileno



**Palabras de Advertencia:** Peligro

**Indicación(es) de peligro:** H220: Gas extremadamente inflamable.  
H280: Contiene gas a presión; peligro de explosión en caso de calentamiento.  
H336: Puede provocar somnolencia o vértigo.

#### Consejos de Prudencia

**Prevención:** P210: Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición. No fumar.  
P260: No respirar el gas/los vapores.

**Respuesta:** P304+P340+P315: EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la persona al aire libre y mantenerla en una posición que le facilite la respiración. Consultar a un médico inmediatamente.  
P377: Fuga de gas en llamas: No apagar, salvo si la fuga puede detenerse sin peligro.  
P381: En caso de fuga, eliminar todas las fuentes de ignición.

**Almacenamiento:** P403: Almacenar en un lugar bien ventilado.

**Eliminación:** Ninguno.

2.3 Otros peligros: El contacto con un líquido que está evaporándose puede causar quemaduras por frío o congelación de la piel.

### SECCIÓN 3: Composición/información sobre los componentes

#### 3.1 Sustancias

Determinación química	etileno
Número de identificación - UE:	601-010-00-3
No. CAS:	74-85-1
N.º CE:	200-815-3
No. de registro REACH:	01-2119462827-27
Pureza:	100%
	La pureza de la sustancia indicada en esta sección se utiliza únicamente con fines de clasificación y no representa la pureza real de la sustancia tal como se suministra, para conocer la cual debe consultarse otra documentación.
Nombre comercial:	Etileno 3.0, Etileno 3.5

### SECCIÓN 4: Primeros auxilios

**General:** A elevadas concentraciones puede causar asfixia. Los síntomas pueden incluir la pérdida de la consciencia o de la movilidad. La víctima no siente la asfixia. Retirar a la víctima a un área no contaminada llevando colocado el equipo de respiración autónoma. Mantener a la víctima caliente y en reposo. Llamar al doctor. Aplicar la respiración artificial si se para la respiración.

#### 4.1 Descripción de los primeros auxilios

**Inhalación:** A elevadas concentraciones puede causar asfixia. Los síntomas pueden incluir la pérdida de la consciencia o de la movilidad. La víctima no siente la asfixia. Retirar a la víctima a un área no contaminada llevando colocado el equipo de respiración autónoma. Mantener a la víctima caliente y en reposo. Llamar al doctor. Aplicar la respiración artificial si se para la respiración.

**Contacto con los ojos:** Enjuagar el ojo con agua inmediatamente. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando. Lavar abundantemente con agua al menos durante 15 minutos. Recibir asistencia médica de inmediato. Si la asistencia médica no está disponible de inmediato, lavar con abundante agua durante 15 minutos más.

**Contacto con la Piel:** El contacto con un líquido que está evaporándose puede causar quemaduras por frío o congelación de la piel. En caso de congelación rociar con agua durante al menos 15 minutos. Aplicar un apósito estéril. Conseguir atención médica.

**Ingestión:** La ingestión no está considerada como una vía potencial de exposición.

**4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados:** Parada respiratoria. El contacto con gas licuado puede causar lesiones (deterioro por congelación) debido a un enfriamiento rápido por evaporación. Puede provocar somnolencia o vértigo.

#### 4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

**Riesgos:** Parada respiratoria. El contacto con gas licuado puede causar lesiones (deterioro por congelación) debido a un enfriamiento rápido por evaporación. Puede provocar somnolencia o vértigo.

**Tratamiento:** Descongelar las partes congeladas con agua tibia. No frotar la parte afectada. Buscar asistencia médica inmediata.



## SECCIÓN 5: Medidas de lucha contra incendios

**Riesgos Generales de Incendio:** El calor puede ocasionar explosión de los recipientes.

### 5.1 Medios de extinción

**Medios de extinción apropiados:** Agua pulverizada o niebla Polvo seco. Espuma.

**Medios de extinción no apropiados:** Dióxido de carbono.

**5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla:** La combustión incompleta puede formar monóxido de carbono.

### 5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

**Medidas especiales de lucha contra incendios:** En caso de incendio: Detener la fuga, si no hay peligro en hacerlo. No extinga las llamas en el lugar donde se produjo la fuga porque existe la posibilidad de reencendido incontrolado con explosión. Continuar vertiendo agua pulverizada desde un lugar protegido hasta que los contenedores permanezcan fríos. Use los extintores para contener el fuego. Aislar la fuente del fuego o dejar que se quem.

**Equipos de protección especial que debe llevar el personal de lucha contra incendios:** Los bomberos deben utilizar un equipo de protección estándar incluyendo chaqueta ignífuga, casco con careta, guantes, botas de goma, y, en espacios cerrados, equipo de respiración autónomo (SCBA, según sus siglas en inglés). Guía: EN 469: Ropa de protección contra incendios. Requisitos de funcionamiento para la ropa de protección contra incendios. EN 15090 Calzado para extinción de incendios. EN 659 Guantes de protección para extinción de incendios. EN 443 Cascos para la lucha contra incendios en edificios y otras estructuras. EN 137 Equipos de protección respiratoria - Dispositivos autónomos de circuito abierto de aire comprimido para aparato de respiración con máscara completa - requisitos, ensayos, marcado.

## SECCIÓN 6: Medidas en caso de vertido accidental

**6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia:** Evacuar la zona. Procure una ventilación adecuada. Considere el riesgo de atmósfera potencialmente explosivas. En caso de fuga, eliminar todas las fuentes de ignición. Monitorizar la concentración del producto liberado. Prevenir la entrada en alcantarillas, sótanos, fosos de trabajo o cualquier lugar donde su acumulación pueda ser peligrosa. Utilizar equipos de respiración autónoma cuando entren en el área a menos que esté probado que la atmósfera es segura. EN 137 Equipos de protección respiratoria - Dispositivos autónomos de circuito abierto de aire comprimido para aparato de respiración con máscara completa - requisitos, ensayos, marcado.

**6.2 Precauciones Relativas al Medio Ambiente:** Impedir nuevos escapes o derrames de forma segura.

**6.3 Métodos y material de contención y de limpieza:** Procure una ventilación adecuada. Elimine las fuentes de ignición.

**6.4 Referencia a otras secciones:** Ver también secciones 8 y 13.

## SECCIÓN 7: Manipulación y almacenamiento:

### 7.1 Precauciones para una manipulación segura:

Los gases a presión únicamente deben ser manipulados por personas con experiencia y adecuadamente formadas. Utilizar sólo equipo específicamente apropiado para este producto y para su presión y temperatura de suministro. Purgue el sistema con un gas inerte seco (por ejemplo helio o nitrógeno) antes de introducir el producto y cuando el sistema esté puesto fuera de servicio. Purgar el aire del sistema antes de introducir el gas. Los recipientes que contienen o han contenido sustancias inflamables o explosivos no deben ser inertizados con dióxido de carbono líquido. Evaluar el riesgo de atmósferas potencialmente explosivas y la necesidad de disponer de equipos a prueba de explosiones. Evítese la acumulación de cargas electrostáticas. Mantener lejos de fuentes de ignición, incluyendo descarga estática. Los aparatos y el equipo eléctrico usados en ambientes explosivos tienen que estar conectados a tierra. No utilizar herramientas que produzcan chispas. Consulte al proveedor sobre instrucciones de uso y manipulación. La sustancia debe ser manipulada de acuerdo a procedimientos de correcta higiene industrial y seguridad. Asegurarse que el sistema ha sido (o es regularmente) comprobado antes de su uso para detectar que no haya fugas. Proteja los recipientes de daños físicos; no arrastrar, deslizar, rodar o tirar. No quite las etiquetas suministradas por el proveedor como identificación del contenido del recipiente. Cuando mueva los recipientes, incluso en distancias cortas, use un carro diseñado para el transporte de este tipo de recipientes. Asegurarse que los recipientes estén siempre en posición vertical y cerrar las válvulas cuando no se estén usando. Procure una ventilación adecuada. Debe prevenirse la filtración de agua al interior del recipiente. No permitir el retroceso hacia el interior del recipiente. Evitar la succión de agua, ácido y alcalino. Mantener el contenedor por debajo de 50°C, en un lugar bien ventilado. Cumpla con todos los reglamentos y requisitos legales locales sobre el almacenamiento de los recipientes. No comer, ni beber, ni fumar durante su utilización. Almacenar conforme a ... . Nunca use una llama directa o equipos eléctricos para aumentar la presión del recipiente. No retire las protecciones de las válvulas y en caso de necesidad nunca antes que el recipiente esté situado en su ubicación definitiva y asegurado en una pared o banco de trabajo adecuado. Recipientes con válvulas dañadas deben ser devueltos inmediatamente al proveedor. Cierre la válvula del recipiente después de su uso, incluso cuando esté vacío o esté conectado a un equipo. Nunca debe intentar reparar o modificar las válvulas o equipos de seguridad de los recipientes. Vuelva a colocar todas las protecciones de las válvulas tan pronto como el recipiente haya sido desconectado de su equipo. Mantenga todas las válvulas limpias y libres de aceites, petróleo o agua. Si el usuario tiene alguna dificultad en operar la válvula del recipiente, paralizar su uso y contactar con el proveedor. Nunca intente traspasar gases de un recipiente a otro. Las protecciones de las válvulas deben estar en su lugar.

### 7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades:

Todo los equipos eléctricos en las áreas de almacenamiento debe ser compatible con el riesgo de atmósferas potencialmente explosivas. Separar de gases oxidantes y de otros materiales oxidantes durante el almacenamiento. Los envases no deben ser almacenados en condiciones que puedan favorecer la corrosión del recipiente. Los recipientes deben ser revisados periódicamente para garantizar unas correctas condiciones de uso y la inexistencia de fugas. Las protecciones de las válvulas deben estar en su lugar. Almacene los recipientes en lugares libres de riesgo de incendio y lejos de fuentes de calor e ignición. Manténgase lejos de materias combustibles.

### 7.3 Usos específicos finales:

Ninguno.

## SECCIÓN 8: Controles de exposición/protección individual

### 8.1 Parámetros de Control

#### Valores Límite de Exposición Profesional

Determinación química	Tipo	Valores Límite de Exposición	Fuente
etileno	VLA-ED	200 ppm	España. Límites de Exposición Ocupacional (2012)

#### Valores DNEL

Componente crítico	Tipo	Valor	Observaciones
etileno	Trabajador - por inhalación, corto plazo - local	230 mg/m <sup>3</sup>	-
	Trabajador - por inhalación, corto plazo - sistémico	230 mg/m <sup>3</sup>	-

#### Valores PNEC

Componente crítico	Tipo	Valor	Observaciones
etileno	Acuático (agua dulce)	1,67 mg/l	-
	Acuático (agua marina)	1,67 mg/l	-

### 8.2 Controles de la exposición

**Controles técnicos apropiados:** Utilizar sistema de permisos de trabajo (por ejemplo para actividades de mantenimiento). Asegurar la adecuada ventilación de aire. Proveer ventilación adecuada de escape general y local. Mantener las concentraciones muy por debajo de los límites de explosividad inferior. Deben utilizarse detectores de gases cuando pueden ser liberados gases inflamables. Asegúre una ventilación adecuada, inclusive escape extracción local adecuada para que los límites de exposición profesional no se excedan. Los sistemas bajo presión deben ser regularmente revisados para detectar fugas. El producto debe se utilizado en sistemas cerrados. Usar únicamente instalaciones permanentemente libres de fugas (por ejemplo tuberías soldadas). Evítese la acumulación de cargas electroestáticas.

#### Medidas de protección individual, tales como equipos de protección personal

<b>Información general:</b>	Debe realizarse y documentarse la evaluación del riesgo en cada área de trabajo para evaluar los riesgos relacionados con el uso del producto y para seleccionar los equipos de protección individual correspondientes al riesgo. Se deben seguir las siguientes recomendaciones. Disponer de aparato de respiración autónomo para uso en caso de emergencia. Los equipos de protección individual para el cuerpo se deben seleccionar en base a las tareas a ejecutar y a los riesgos involucrados. Consulte la normativa local para la restricción de las emisiones a la atmósfera. Vea la sección 13 para los métodos específicos para el tratamiento de gases residuales. Prohibido comer, beber y fumar durante la utilización del producto.
<b>Protección de los ojos/la cara:</b>	Se deben usar gafas de seguridad, guantes de seguridad y pantalla de protección para evitar el riesgo de exposición por salpicadura de líquido. Use protección ocular, según la norma EN 166, cuando se utilicen gases. Guía: EN 166: Gafas de protección.
<b>Protección cutánea</b>	
<b>Protección de las Manos:</b>	Use guantes de protección cuando manipule los recipientes. Guía: EN 388 Guantes de protección contra riesgos mecánicos.
<b>Protección corporal:</b>	Llevar ropa resistente al fuego o retardante de las llamas. Guía: ISO / TR 2801:2007 Ropa de protección contra el calor y el fuego - Recomendaciones generales para la selección, cuidado y uso de ropa protectora.
<b>Otros:</b>	Use zapatos de seguridad cuando manipule los recipientes. Guía: EN ISO 20345 Equipo de protección individual - Calzado de seguridad.
<b>Protección respiratoria:</b>	No requiere.

<b>Peligros térmicos:</b>	No hay medidas preventivas necesarias.
<b>Medidas de higiene:</b>	No son necesarias medidas de evaluación del riesgos más allá de la correcta manipulación de acuerdo a la higiene industrial y a los procedimientos de seguridad. Prohibido comer, beber y fumar durante la utilización del producto.
<b>Controles de exposición medioambiental:</b>	Para información sobre la eliminación, véase la sección 13.

## SECCIÓN 9: Propiedades físicas y químicas

### 9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

<b>Aspecto</b>	
Forma/estado:	Gas
Forma/Figura:	Gas líquido
Color:	Incoloro
Olor:	Tenue olor dulce
<b>Olor, umbral:</b>	La superación de límites por el olor es subjetiva e inadecuado para advertir del riesgo de sobrecarga.
<b>pH:</b>	No aplicable.
<b>Punto de fusión:</b>	-169,15 °C Resultado experimental, estudio clave
<b>Punto ebullición:</b>	-103,77 °C (1.013 hPa) Resultado experimental, estudio clave
<b>Punto de sublimación:</b>	No aplicable.
<b>Temperatura crítica (°C):</b>	9,5 °C
<b>Punto de inflamación:</b>	No aplicable para gases y mezclas de gases.
<b>Velocidad de evaporación:</b>	No aplicable para gases y mezclas de gases.
<b>Inflamabilidad (sólido, gas):</b>	Este material no es inflamable.
<b>Límite de inflamabilidad - superior (%):</b>	36 %(v) Resultado experimental, estudio clave
<b>Límite de inflamabilidad - inferior (%):</b>	2,4 %(v)
<b>Presión de vapor:</b>	No aplicable
<b>Densidad de vapor (aire=1):</b>	0,978 AIRE = 1
<b>Densidad relativa:</b>	No hay datos disponibles.
<b>Solubilidad(es)</b>	
Solubilidad en agua:	0,131 g/l (25 °C)
<b>Coefficiente de reparto (n-octanol/agua):</b>	1,13
<b>Temperatura de autoignición:</b>	450 °C Resultado experimental, estudio clave
<b>descomposición, temperatura de:</b>	Cuando se calienta hasta descomposición, emite un humo acre y vapores irritantes.
<b>Viscosidad</b>	
Viscosidad cinemática:	No hay datos disponibles.
Viscosidad dinámica:	0,01 mPa.s (20 °C)
<b>Propiedades explosivas:</b>	No corresponde.
<b>Propiedades comburentes:</b>	No aplicable.
<b>9.2 OTRA INFORMACIÓN:</b>	Ninguno.
<b>Peso molecular:</b>	28,05 g/mol (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> )
<b>Energía mínima de ignición:</b>	0,07 mJ
<b>Temperatura mínima de ignición:</b>	425 °C

## SECCIÓN 10: Estabilidad y reactividad

<b>10.1 Reactividad:</b>	No existen peligros de reacción distintos de los descritos en otras secciones.
<b>10.2 Estabilidad Química:</b>	Estable en condiciones normales.
<b>10.3 Posibilidad de Reacciones Peligrosas:</b>	Puede formar atmósferas potencialmente explosivas en aire. Puede reaccionar violentamente con materias oxidantes.

<b>10.4 Condiciones que Deben Evitarse:</b>	Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición. No fumar.
<b>10.5 Materiales Incompatibles:</b>	Aire y oxidantes. Por la compatibilidad de los materiales, consultar la última versión de la norma ISO-11114.
<b>10.6 Productos de Descomposición Peligrosos:</b>	Bajo condiciones normales de uso y almacenamiento, no debe producirse descomposición en productos peligrosos.

## SECCIÓN 11: Información toxicológica

**Información general:** Puede producir latidos cardiacos irregulares y síntomas nerviosos.

### 11.1 Información sobre los efectos toxicológicos

**Toxicidad aguda - Ingestión Producto**

A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.

**Toxicidad aguda - Contacto dermal Producto**

A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.

**Toxicidad aguda - Inhalación Producto**

A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.

etileno

LC 50 (Rata, 4 h): > 57000 ppm Observaciones: Inhalation Resultado experimental, estudio clave

**Toxicidad por dosis repetidas etileno**

LOAEL (Nivel con mínimo efecto adverso observado) (Rata(Mujer, Hombre), inhalación, 13 Semana): 300 ppm(m) inhalación Resultado experimental, estudio clave  
LOAEC (Rata): 300 ppm Puede causar depresión del sistema nervioso central.

**Corrosión/Irritación Cutáneas Producto**

A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.

**Lesiones Oculares Graves/Irritación Ocular Producto**

A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.

etileno

LC 50 (Rata, 4 h): > 57000 ppm Observaciones: Inhalation Resultado experimental, estudio clave

**Toxicidad por dosis repetidas etileno**

LOAEL (Nivel con mínimo efecto adverso observado) (Rata(Mujer, Hombre), inhalación, 13 Semana): 300 ppm(m) inhalación Resultado experimental, estudio clave  
LOAEC (Rata): 300 ppm Puede causar depresión del sistema nervioso central.

**Corrosión/Irritación Cutáneas Producto**

A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.

**Lesiones Oculares Graves/Irritación Ocular Producto**

A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.

**Sensibilización de la Piel o Respiratoria Producto**

A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.

**Mutagenicidad en Células Germinales Producto**

A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.

<b>Carcinogenicidad</b>	
<b>Producto</b>	A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.
etileno	Rata NOAEC: 3.003 ppm
<b>Toxicidad para la reproducción</b>	
<b>Producto</b>	A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.
<b>Toxicidad para la reproducción (fertilidad)</b>	
etileno	Rata (OECD Norma 421 (test screening toxicidad reproducción / desarrollo).) NOAEC: 5.000 ppm
<b>Desarrollo defectuoso (Teratogenicidad)</b>	
etileno	Rata NOAEC: 5.000 ppm
<b>Toxicidad Sistémica Específica de Órganos Diana- Exposición Única</b>	
<b>Producto</b>	Puede provocar somnolencia o vértigo.
<b>Toxicidad Sistémica Específica de Órganos Diana- Exposiciones Repetidas</b>	
<b>Producto</b>	A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.
<b>Peligro por Aspiración</b>	
<b>Producto</b>	No aplicable para gases y mezclas de gases..

## SECCIÓN 12: Información ecológica

### 12.1 Toxicidad

<b>Toxicidad aguda</b>	
<b>Producto</b>	Sin daños ecológicos causados por este producto.
<b>Toxicidad aguda - Pez</b>	
etileno	LC 50 (varios, 96 h): 126,012 mg/l Observaciones: QSAR QSAR, estudio de soporte
<b>Toxicidad aguda - Invertebrados Acuáticos</b>	
etileno	LC 50 (Daphnia sp., 48 h): 62,482 mg/l Observaciones: QSAR QSAR, estudio de soporte
<b>Toxicidad para plantas acuáticas</b>	
etileno	EbC50 (Chlorella vulgaris., 72 h): 40,5 mg/l (OECD Norma 201 (test de inhibición del crecimiento en alga de agua dulce y cianobacteria))

### 12.2 Persistencia y Degradabilidad

<b>Producto</b>	No aplicable para gases y mezclas de gases..
<b>Biodegradable</b>	
etileno	50 % (2,9 d) Detectado en el agua. QSAR, estudio de evidencia de peso

### 12.3 Potencial de Bioacumulación

<b>Producto</b>	Se supone que el producto es biodegradable y no se supone que persista en el ambiente acuático durante períodos prolongados.
-----------------	--

### 12.4 Movilidad en el Suelo

<b>Producto</b>	Debido a su alta volatilidad, el producto es poco probable que cause contaminación del suelo o del agua.
etileno	Henry, Ley de la Constante de: 1.279 MPa (25 °C)

## 12.5 Resultados de la valoración

### PBT y mPmB

Producto No clasificada como PBT o vPBT.

## 12.6 Otros Efectos Adversos:

### Potencial de calentamiento global

Potencial de calentamiento atmosférico: 4  
Contiene gas (es) de efecto invernadero. Si se descarga en grandes cantidades, puede contribuir al efecto invernadero.

etileno

Guía de clasificación y etiquetado de la EIGA, Doc 169/11  
- Potencial de calentamiento atmosférico: 4  
UE. Sustancias no fluoradas GWP (Anexo IV), Reglamento 517/2014/UE sobre gases fluorados de efecto invernadero  
- Potencial de calentamiento atmosférico: 4

## SECCIÓN 13: Consideraciones relativas a la eliminación

### 13.1 Métodos para el tratamiento de residuos

**Información general:** No descargar dentro de ningún lugar donde su acumulación pudiera ser peligrosa. Consultar con el suministrador para recomendaciones específicas. No descargar en áreas donde hay riesgo de que se forme una mezcla explosiva con el aire. El gas residual debe ser quemado a través de un quemador adecuado que disponga de antiretroceso de llama.

**Métodos de eliminación:** Consulte el código de buenas prácticas de EIGA (Doc.30 "La eliminación de gases", descargable en <http://www.eiga.org>) para obtener más orientación sobre los métodos apropiados para la eliminación. Eliminación de la botella sólo a través del proveedor. Las actividades de descarga, tratamiento o eliminación pueden estar sujetos a leyes nacionales, estatales o locales.

#### Códigos del Catálogo Europeo de Residuos

Contenedor: 16 05 04\*: Gases en recipientes a presión (incluidos los halones) que contienen sustancias peligrosas.

## SECCIÓN 14: Información relativa al transporte

### ADR

14.1 Número ONU: UN 1962  
14.2 Designación Oficial de Transporte de las Naciones Unidas: ETILENO  
14.3 Clase(s) de Peligro para el Transporte  
Clase: 2  
Etiqueta(s): 2.1  
No. de riesgo (ADR): 23  
Código de restricciones en túneles: (B/D)  
14.4 Grupo de Embalaje: -  
14.5 Peligros para el medio ambiente: No aplicable  
14.6 Precauciones particulares para los usuarios: -

**RID**

14.1 Número ONU:	UN 1962
14.2 Designación Oficial de Transporte de las Naciones Unidas	ETILENO
14.3 Clase(s) de Peligro para el Transporte	
Clase:	2
Etiqueta(s):	2.1
14.4 Grupo de Embalaje:	-
14.5 Peligros para el medio ambiente:	No aplicable
14.6 Precauciones particulares para los usuarios:	-



**IMDG**

14.1 Número ONU:	UN 1962
14.2 Designación Oficial de Transporte de las Naciones Unidas:	ETHYLENE
14.3 Clase(s) de Peligro para el Transporte	
Clase:	2.1
Etiqueta(s):	2.1
EmS No.:	F-D, S-U
14.4 Grupo de Embalaje:	-
14.5 Peligros para el medio ambiente:	No aplicable
14.6 Precauciones particulares para los usuarios:	-

**IATA**

14.1 Número ONU:	UN 1962
14.2 Designación oficial de transporte:	Ethylene
14.3 Clase(s) de Peligro para el Transporte:	
Clase:	2.1
Etiqueta(s):	2.1
14.4 Grupo de Embalaje:	-
14.5 Peligros para el medio ambiente:	No aplicable
14.6 Precauciones particulares para los usuarios:	-
OTRA INFORMACIÓN	
Transporte aéreo de pasajeros y mercancías:	Prohibido.
únicamente avión de carga:	Permitido.

14.7 Transporte a granel con arreglo al anexo II del Convenio Marpol y del Código IBC: No aplicable

<b>Identificación adicional:</b>	Evitar el transporte en los vehículos donde el espacio de la carga no esté separado del compartimiento del conductor. Asegurar que el conductor está enterado de los riesgos potenciales de la carga y que conoce que hacer en caso de un accidente o emergencia. Asegurar el recipiente de gas antes del transporte Asegurarse que las válvulas de las botellas están cerradas y no fugan. Las protecciones de las válvulas deben estar en su lugar. Asegurar la adecuada ventilación de aire.
----------------------------------	---

<b>SECCIÓN 15: Información reglamentaria</b>
--

15.1 Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla:

**Legislación de la UE**

Reglamento (CE) No. 1907/2006, Anexo XVII, Sustancias sujetas a restricciones aplicables a la comercialización y uso:

Determinación química	No. CAS	Concentración
etileno	74-85-1	100%

UE. Directiva 2012/18/UE (SEVESO III) relativa a los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas, con las enmiendas correspondientes:

Clasificación	Requisitos de nivel inferior	Requisitos de nivel superior
P2: Gases inflamables de las categorías 1 o 2	10 t	50 t

Directiva 98/24/CE relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo:

Determinación química	No. CAS	Concentración
etileno	74-85-1	100%

#### Reglamentaciones nacionales

Directiva 89/391/CEE sobre la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo. Directiva 89/686/CEE sobre equipos de protección personal. Directiva 2014/34/EU sobre equipos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas (ATEX). Sólo los productos que cumplen con los reglamentos alimentarios (CE) N° 1333/2008 y (UE) N° 231/2012 y que están etiquetados como tales pueden ser utilizados como aditivos alimentarios.

Esta Ficha de Datos de Seguridad ha sido elaborada en cumplimiento del reglamento UE 2015/830.

#### 15.2 Evaluación de la seguridad química:

Se ha realizado el CSA (Chemical Safety Assessment - Evaluación de la seguridad química).

#### SECCIÓN 16: Otra información

Información sobre revisión: No pertinente.

#### Principales referencias bibliográficas y las fuentes de datos:

Se han utilizado diversas fuentes de datos en la elaboración de esta FDS. Esto incluye, no de forma exclusiva, lo siguiente:  
 Agency for Toxic Substances and Diseases Registry (ATSDR) - Agencia para las sustancias tóxicas y registro de enfermedades (<http://www.atsdr.cdc.gov/>).  
 Agencia Europea de Productos Químicos: Guía para la elaboración de fichas de datos de seguridad.  
 Agencia Europea de Productos Químicos: Información sobre sustancias <http://apps.echa.europa.eu/registered/registered-sub.aspx#search>  
 European Industrial Gases Association (EIGA) Doc. 169 Guía para la clasificación y etiquetado.  
 Programa Internacional sobre Seguridad Química (<http://www.inchem.org/>)  
 ISO 10156:2010 Gases y mezclas de gases - Determinación del potencial de inflamabilidad y de oxidación para la selección de válvulas de botellas.  
 Matheson Gas Data Book, 7ª edición.  
 National Institute for Standards and Technology (NIST) Standard Reference Database Number 69.  
 The ESIS (European chemical Substances Information System) platform of the former European Chemicals Bureau (ECB) ESIS (<http://ecb.jrc.ec.europa.eu/esis/>).  
 The European Chemical Industry Council (CEFIC) ERICards.  
 United States of America's National Library of Medicine's toxicology data network TOXNET (<http://toxnet.nlm.nih.gov/index.html>).  
 Los valores umbral límite (TLV) de la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH).  
 Información específica de la sustancia por parte de los proveedores.  
 Los detalles dados son ciertos y correctos en el momento de publicarse este documento.

#### Enunciado de las frases H en los apartados 2 y 3

H220	Gas extremadamente inflamable.
H280	Contiene gas a presión; peligro de explosión en caso de calentamiento.
H336	Puede provocar somnolencia o vértigo.

Información sobre formación: Los usuarios de los aparatos de respiración deben ser entrenados. Asegurarse que los operarios conocen el riesgo de inflamabilidad.

Clasificación de acuerdo con el reglamento (CE) No. 1272/2008 con sus modificaciones ulteriores.

Flam. Gas 1, H220

Press. Gas Liq. Gas, H280

STOT SE 3, H336

**OTRA INFORMACIÓN:**

Antes de utilizar el producto en un nuevo proceso o experimento, debe llevarse a cabo un estudio completo de seguridad y de compatibilidad de los materiales. Asegurar la adecuada ventilación de aire. Asegúrese que se cumplen las normativas nacionales y locales. Asegúrese que el equipo esté adecuadamente conectado a tierra. A pesar de que durante la preparación de este documento se ha tomado especial cuidado, no se acepta ninguna responsabilidad por las lesiones o los daños.

Fecha de revisión:

20.11.2019

Exención de responsabilidad:

Se proporciona esta información sin ninguna garantía. Se cree que la información es correcta. Esta información debe usarse para hacer una determinación independiente de los métodos para proteger a los trabajadores y el medio ambiente.

#### **4.2.2- Oxígeno:**

##### Generalidades

El oxígeno constituye aproximadamente el 21% del volumen de la atmósfera terrestre. Es un elemento crucial en la química orgánica y desempeña un papel fundamental en el ciclo energético de los seres vivos, especialmente en la respiración celular.

Es una sustancia altamente reactiva y tiene la capacidad de formar compuestos con la mayoría de los elementos, excepto los gases nobles. Es inflamable y al entrar en contacto con metales genera óxidos corrosivos. En condiciones normales, se presenta como un gas sin color, olor ni sabor. Es altamente combustible y más soluble en agua que otros gases atmosféricos como el nitrógeno.

En laboratorios, se puede encontrar en estado líquido y, si se enfría a temperaturas por debajo de  $-219^{\circ}\text{C}$ , se convierte en un sólido cristalino azul. Es más electronegativo que cualquier otro elemento, excepto el flúor. Debido a su alta reactividad, tiende a reaccionar con casi cualquier compuesto.


El oxígeno se obtiene mediante la licuefacción y la destilación fraccionada del aire para separarlo de otros componentes.

### Propiedades fisicoquímicas

<b>Oxígeno – Propiedades fisicoquímicas</b>	
Calor de combustión	0 kJ/mol
Calor de vaporización a 1 ATM	213 kJ/mol
Densidad en CNTP	1,429 g/cm <sup>3</sup>
Formula química	O <sub>2</sub>
Densidad relativa al aire	1,105
Limite explosivo inferior	–
Limite explosivo superior	–
Peso molecular	32 g/mol
Punto de ebullición a 1 ATM	–182,97 °C
Punto de fusión a 1 ATM	–218,79 °C
Punto de inflamabilidad	–
Temperatura critica	–218,79 °C
Temperatura de ignición	–
Viscosidad a 20°C	–
Volumen critico	6 × 10 <sup>-5</sup> m <sup>3</sup> /mol

*Tabla 4 - Propiedades Fisicoquímicas del Acetaldehído.  
Fuente: Ficha de seguridad Carl Roth y PRO II;*

## Ficha de Seguridad

 Propietario: HSEQ	<b>FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD</b>	Referencia: <b>SDS-ALD-06</b> Revisión: 01 Fecha de Vigencia: 10-01-2020 Fecha Vencimiento: 10-01-2025 Página: 1/14
<b>OXÍGENO COMPRIMIDO</b>		



**Peligro**

### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA O MEZCLA Y DE LA EMPRESA

#### **1.1 Identificación del producto:**

**Nombre Comercial:** Oxígeno

**Número de hoja de datos de seguridad:** SDS-ALD-06

**Descripción química:** Oxígeno

N° CAS 7782-44-7

**Fórmula química:** O<sub>2</sub>

**Otros nombres :** Oxígeno

#### **1.2 Usos:**

- Industrial y profesional Llevar a cabo evaluación de riesgo antes de usar
- Tratamiento de Aguas
- Uso en laboratorio. Gas de ensayo / gas de calibrado.
- Gas laser.
- Soldadura, corte y calentamiento. Gas de protección en procesos de soldadura
- Usado para la fabricación de componentes electrónicos/fotovoltaicos
- Para mayor información sobre su uso contactar con el proveedor

### **1.3 Identificación de la compañía proveedor o fabricante:**

AIR LIQUIDE DOMINICANA S.A.S

Calle Jose Fco. Peña Gómez, Av. Refinería. Casi esq. Carretera Sánchez Vieja, Haina

R.N.C. 130-493154

**Teléfono de emergencia:**

**809-594-8306**

## **2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS**

### **2.1 Clasificación de la sustancia o mezcla**

**Identificación de riesgos:**

Gases comburentes - Peligro - H270

Gases a presión - Gases comprimidos - Atención - H280

### **2.2. Elementos de la etiqueta**

**Pictogramas de peligro :**



GHS03 - Llama sobre círculo - Oxidante



GHS04 - Botella de Gas - Gas Presurizado

**Palabra de advertencia :** Peligro

**Indicaciones de peligro:**

- H270 - Puede provocar o agravar un incendio; comburente.
- H280 - Contiene gas a presión; peligro de explosión en caso de calentamiento.

**Consejos de prudencia**

- **Prevención :**
  - P220 - Mantener alejado de materiales combustibles
  - P244 - Mantener las válvulas y los racores libres de aceite y grasa
- **Respuesta :**
  - P370+P376 - En caso de incendio: Detener la fuga, si no hay peligro en hacerlo. -
- **Almacenamiento :**
  - P403 - Almacenar en un lugar bien ventilado.

### **2.3. Otros peligros**

Ninguno.

## **3. COMPOSICIÓN/ INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES**

### 3.1 Sustancia

Nombre del componente	Composición (%)	N° CAS	Clasificación(GHS)
Oxígeno	100 %	7782-44-7	Ox. Gas 1 (H270) Press. Gas Comp. (H280)

No contiene otros componentes o impurezas que puedan influir en la clasificación del producto.

**3.2 Mezclas:** No aplicable

## 4. PRIMEROS AUXILIOS

### 4.1 Descripción de los primeros auxilios:

#### Inhalación:

Retirar a la víctima a un área no contaminada utilizando el equipo de respiración autónoma. Mantener a la víctima caliente y en reposo. Llamar al doctor o asistencia médica. Aplicar la respiración artificial en caso de parada respiratoria.

#### Contacto con la piel:

No se esperan efectos adversos de este producto.

#### Contacto con los ojos:

No se esperan efectos adversos de este producto.

#### Ingestión:

La ingestión no está considerada como una vía potencial de exposición.

### 4.2. Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

La inhalación continua de concentraciones superiores al 75% puede causar náuseas, vértigos, dificultades respiratorias y convulsiones. Para más información ver la Sección 11.

### 4.3. Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispersarse inmediatamente

Ninguno

## 5. MEDIDAS PARA COMBATE DE INCENDIOS

### 5.1. Medios de extinción

- **Medios de extinción adecuados:** Agua en spray o nebulizada.
- **Medios de extinción inadecuados:** No usar agua a presión para la extinción

### 5.2. Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

- **Peligros específicos:**  
Mantiene la combustión. La exposición al fuego puede causar la rotura o explosión de los recipientes.
- **Productos de combustión peligrosos:** Ninguno

### **5.3. Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios**

- **Métodos específicos:**

Utilizar medidas de control de incendios apropiadas con el incendio circundante. La exposición de los envases de gas al fuego y al calor puede provocar su ruptura. Enfriar los envases dañados con chorro de agua pulverizada desde una posición protegida. No vaciar el agua contaminada por el fuego en los desagües. Si es posible detener la fuga de producto. Usar agua en spray o nebulizada para abatir humos de incendios, si es posible. Desplazar los envases lejos del área del fuego si ello se puede hacer sin riesgo.

- **Equipo de protección especial para extinción de incendios :**

- Vestimenta y equipo de protección estándar (aparato de respiración autónoma) para bomberos.
- Máscara de cara completa que incluya un aparato de respiración autónomo de aire comprimido en circuito abierto.
- Vestimenta protectora para bomberos.
- Guantes de protección para bomberos.

## **6. MEDIDAS MEDIDAS EN CASO DE DERRAME (ESCAPE) ACCIDENTAL**

### **6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia:**

- Intentar parar la fuga.
- Evacuar el área.
- Vigilar la concentración del producto liberado.
- Utilizar equipos de respiración autónoma cuando entren en el área a menos que esté probado que la atmósfera es segura.
- Eliminar las fuentes de ignición.
- Asegurar la adecuada ventilación de aire.
- Evitar la entrada en alcantarillas, sótanos, fosos de trabajo o en cualquier otro lugar donde la acumulación pueda ser peligrosa.
- Actuar de acuerdo con el plan de emergencia local.
- Mantenerse en la parte de donde sopla el viento.

### **6.2 Precauciones para la protección del medio ambiente:**

- Intentar parar el escape.

### **6.3 Métodos de limpieza:**

- Ventilar la zona

### **6.4. Referencia a otras secciones**

Para más información sobre control frente a la exposición, protección personal o consideraciones de eliminación, ver también las secciones 8 y 13.



## 7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

### 7.1. Precauciones para una manipulación segura

- **Uso seguro del producto:**
  - La sustancia debe manipularse según procedimientos de buena higiene industrial y seguridad.
  - Solo personas experimentadas y entrenadas deben manejar gases sometidos a presión.
  - Considerar los instrumentos de reducción de la presión en las instalaciones de gas.
  - Comprobar que el conjunto del sistema de gas ha sido, o es con regularidad, revisado antes de usarse respecto a la posibilidad de fugas.
  - No fumar cuando se manipule el producto.
  - Mantener el equipo exento de aceite y grasa.
  - No usar grasa o aceite.
  - Utilizar sólo equipo específicamente apropiado para este producto y para su presión y temperatura de suministro, en caso de duda contacte con su proveedor.
  - Utilizar solamente lubricantes y sellantes aprobados para uso con oxígeno.
  - Usar solo con equipos limpios para uso con oxígeno y válidos para soportar la presión del cilindro.
  - Evitar el retorno del agua, los ácidos y las bases. No inhalar el gas.
  
- **Manipulación segura del envase del gas:**
  - Solicitar al proveedor las instrucciones de manipulación de los envases.
  - No permitir el retroceso hacia el interior del recipiente.
  - Evitar daños físicos en los cilindros, no arrastrar, rodar, deslizar ó dejar caer.
  - Si mueve cilindros, incluso en pequeños recorridos, use una carretilla (mecánica, manual,etc) diseñada para transportar cilindros.
  - Mantener colocada la protección de la válvula hasta que el envase quede fijo contra una pared, un banco ó situado en una plataforma, y ya dispuesto para su uso.
  - Si el usuario aprecia cualquier problema en una válvula de un cilindro en uso, termine su utilización y contacte al proveedor.
  - Nunca intentar reparar ó modificar las válvulas de los envases ó los mecanismos de seguridad.
  - Las válvulas que están dañadas deben ser inmediatamente comunicadas al proveedor.
  - Mantener los accesorios de la válvula del envase libre de contaminantes, aceites y agua.
  
- Reponer la tulipa de la válvula ó del envase si es facilitada por el proveedor, siempre que el envase esté desconectado del equipo.
- Cierre la válvula del envase después de su uso y cuando quede vacío, incluso si aún está conectado al equipo.
- No intentar nunca trasvasar gases de un cilindro/ envase a otro.
- No utilizar nunca mecanismos con llamas ó de calentamiento eléctrico para elevar la presión del envase.
- No quitar ni alterar las etiquetas facilitadas por el proveedor para identificar el contenido de los cilindros.
- Debe evitarse la entrada de agua al interior del recipiente.
- Abrir la válvula lentamente para evitar los golpes de ariete.
- Los envases deben de ser almacenados en posición vertical y debidamente asegurados para evitar su caída.

## **7.2. Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades**

- Observar todas las regulaciones y los requerimientos locales relativos al almacenamiento.
- Los envases no deben ser almacenados en condiciones que favorezcan la corrosión.
- Las protecciones de las válvulas y las tulpas deben estar siempre colocadas.
- Los envases deben de ser almacenados en posición vertical y asegurados para evitar su caída.
- Los envases almacenados deben ser comprobados periódicamente respecto a su estado general y a posibles fugas.
- Mantener el contenedor por debajo de 50°C, en un lugar bien ventilado.
- Separar de gases inflamables o de otros materiales inflamables almacenados.
- Almacenar los envases en un lugar libre del riesgo y lejos de fuentes de calor e ignición.
- Mantener alejado de materiales combustibles.

## **7.3. Usos específicos finales:** Ninguno

# **8. CONTROLES DE LA EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL**

## **8.1. Parámetros de control**

DNEL (Nivel sin efecto derivado) : Sin datos disponibles.

PNEC (Concentración prevista sin efecto) : Sin datos disponibles.

## **8.2. Controles de la exposición**

### **8.2.1 Controles técnicos apropiados:**

- Los sistemas sujetos a presión deben ser regularmente comprobados respecto a fugas.
- Evitar el enriquecimiento de oxígeno de la atmósfera por encima del 23,5%.
- Detectores de gases deben de ser usados siempre que gases oxidantes puedan ser emitidos.
- Proporcionar ventilación adecuada, general y local, a los gases de escape.
- Considerar un sistema de permisos de trabajo p.ej para trabajos de mantenimiento.

### **8.2.2 Equipo de protección personal (EPP):**

Sólo los equipos de protección personal que cumplan las normas dominicanas o sus equivalentes internacionales deben seleccionarse. Un análisis de riesgos debe ser realizado y formalizado en cada área de trabajo para evaluar los riesgos relacionados con el uso del producto y para determinar el equipo de protección personal que corresponde a un riesgo relevante. Estas recomendaciones deben ser tenidas en cuenta. Llevar equipo de protección adecuado para las manos, cuerpo y cabeza. Llevar gafas con oculares filtrantes adecuadas cuando se use en soldadura o corte.



- **Protección para los ojos/cara:**

- Usar gafas de seguridad con protecciones laterales o gafas cerradas

- **Protección para la piel**

- **Protección de las manos:**

- Usar guantes de trabajo al manejar envases de gases.

- **Otras:**

- Usar zapatos de seguridad mientras se manejan envases.

- **Protección de las vías respiratorias:** No necesaria.
- **Protección contra Riesgos térmicos:**
  - Considerar el uso de prendas de seguridad resistentes a las llamas.

### 8.2.3 Controles de exposición medioambiental:

Tener en cuenta las regulaciones locales relativas a las restricciones de emisiones a la atmósfera. Ver sección 13 para métodos específicos de tratamiento de residuos de gases.

## 9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

### 9.1. Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

- **Apariencia**
  - Estado físico a 20°C / 101.3kPa : Gas.
  - Color : Incoloro
- **Olor :** Sin olor que advierta de sus propiedades.
- **Umbral olfativo :** La superación de límites por el olor es subjetiva e inadecuada para advertir del riesgo de sobreexposición.
- **Valor de pH :** No es aplicable a gases ni a mezcla de gases.
- **Masa molecular :** 32 g/mol
- **Punto de fusión :** -219 °C
- **Punto de ebullición :** -183 °C
- **Punto de inflamación :** No es aplicable a gases ni a mezcla de gases.
- **Temperatura crítica [°C] :** -118 °C
- **Velocidad de evaporación (éter=1) :** No es aplicable a gases ni a mezcla de gases.
- **Rango de inflamabilidad :** No inflamable.
- **Presión de vapor [20°C] :** No aplica a gases ni a mezclas de gases
- **Presión de vapor [50°C] :** No aplica a gases ni a mezclas de gases
- **Densidad relativa del gas (aire=1) :** 1,1
- **Densidad relativa del líquido (agua=1) :** 1,1
- **Solubilidad en agua :** 39 mg/l
- **Coefficiente de reparto n-octanol/agua [log Kow] :** No aplicable a productos inorgánicos.
- **Temperatura de auto-inflamación :** No inflamable.
- **Punto de descomposición [°C] :** Sin datos disponibles.
- **Viscosidad [20°C] :** No se dispone de datos fiables.
- **Propiedades explosivas :** No explosivo.
- **Propiedades comburentes :** Oxidante.
- **Coefficiente de equivalencia en oxígeno (CI) :** 1

### 9.2. Información adicional

El vapor es más pesado que el aire. Puede acumularse en espacios confinados, particularmente al nivel del suelo o en sótanos.

## 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

#### **10.1. Reactividad:**

- Sin riesgo de reactividad salvo lo expresado en la sub-sección más adelante.

#### **10.2. Estabilidad química:**

- Estable en condiciones normales.

#### **10.3. Posibilidad de reacciones peligrosas:**

- Oxida violentamente materiales orgánicos.

#### **10.4. Condiciones que deben evitarse :**

- Mantener alejado del calor, de superficies calientes, de chispas, de llamas abiertas y de cualquier otra fuente de ignición.
- No fumar.
- Evitar humedades en las instalaciones.
- Mantener alejado de materiales combustibles.
- Mantener el equipo exento de aceite o grasa.

#### **10.5. Materiales incompatibles:**

- Puede reaccionar violentamente con materias combustibles.
- Puede reaccionar violentamente con agentes reductores.
- Mantener el equipo exento de aceite y grasa.
- En caso de combustión, téngase en cuenta el peligro potencial de toxicidad debido a la presencia de polímeros clorados o fluorados en conductos de oxígeno a alta presión (> 30 bar).
- Lubricantes basados en Hidrocarburos.
- Para información complementaria sobre su compatibilidad referirse a la Norma ISO 11114.

#### **10.6. Productos de descomposición peligrosos:** Ninguno

### **11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA**

#### **11.1. Información sobre los efectos toxicológicos**

- **Toxicidad aguda** : No se conocen los efectos toxicológicos de este producto.
- **Corrosión o irritación cutánea** : Se desconocen los efectos de este producto.
- **Lesiones o irritación ocular graves** : Se desconocen los efectos de este producto.
- **Sensibilización respiratoria o cutánea** : Se desconocen los efectos de este producto.
- **Carcinogénesis** : Se desconocen los efectos de este producto.
- **Mutagenicidad** : Se desconocen los efectos de este producto.
- **Toxicidad para la reproducción** : Se desconocen los efectos de este producto.
- **Toxicidad específica en determinados órganos (STOT) – exposición única** : Se desconocen los efectos de este producto.
- **Toxicidad específica en determinados órganos (STOT) – exposición repetida** : Se desconocen los efectos de este producto.
- **Peligro de aspiración** : No es aplicable a gases ni a mezcla de gases.

## 12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

### **12.1. Toxicidad**

Evaluación : No se conocen daños ecológicos causados por este producto

### **12.2. Persistencia y degradabilidad**

Evaluación : No se conocen daños ecológicos causados por este producto

### **12.3. Potencial de bioacumulación**

Evaluación : No se conocen daños ecológicos causados por este producto

### **12.4. Movilidad en el suelo**

Evaluación : No se conocen daños ecológicos causados por este producto

### **12.5. Otros efectos adversos**

Efectos sobre la capa de ozono: Ninguno.

Produce efectos en el calentamiento global: Ninguno.

## 13. CONSIDERACIONES DE DISPOSICIÓN FINAL

### **13.1. Métodos para el tratamiento de residuos**

Puede ser liberado a la atmósfera en un lugar bien ventilado. No descargar dentro de ningún lugar donde su acumulación pudiera ser peligrosa. Consulte el código de prácticas de EIGA Doc 30 "Eliminación de gases", para obtener mayor información sobre métodos más adecuados de eliminación.

#### **Lista de residuos peligrosos :**

El envase se encuentra sujeto a presión, por lo que es necesario revisar su disposición segura.

## 14. INFORMACIÓN DE TRANSPORTE

### **14.1. Número ONU**

Nº ONU: 1072

### **14.2. Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas**

Denominación apropiada para el transporte: Oxígeno Comprimido

### **14.3. Clase(s) de peligro para el transporte**

- Etiquetado :



2.2 : Gases no inflamables, no tóxicos.

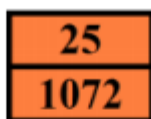
5.1 : Materias comburentes

- Transporte por carretera:

Clase : 2

Código de clasificación : 10

Número de Peligro : 25



- **Transporte por mar:**

Clase: 2.2 (5.1)

- **Restricciones en Túnel :**

Transporte en cisternas: Prohibido el paso por túneles.

#### **14.4. Grupo de embalaje**

Transporte por carretera: No aplica

Transporte por mar: No aplica

#### **14.5. Peligros para el medio ambiente**

Transporte por carretera: Ninguno

Transporte por mar: Ninguno

#### **14.6. Precauciones particulares para los usuarios**

- **Transporte por aire:**

Avión de carga y pasajeros: Permitido

Avión de carga solo: Permitido

- **Medidas de precaución especiales para el transporte :**

- Evitar el transporte en vehículos donde el espacio de la carga no esté separado del compartimento del conductor.
- Asegurar que el conductor conoce los riesgos potenciales de la carga y que sabe cómo actuar en caso de accidente o de emergencia.

- **Antes de transportar los envases :**

- Asegurar una ventilación adecuada.
- Asegúrese de que los recipientes están bien fijados.
- Asegurarse que las válvulas de los cilindros están cerradas y no tienen fugas.
  
- Asegurarse que la tapa de protección de la válvula está adecuadamente apretada.

### **15. INFORMACIÓN REGULATORIA**

- Reglamento 522-06 de Salud y Seguridad en el Trabajo del Ministerio de Trabajo.
- Reglamento de "Etiquetado e Información de Riesgo y Seguridad De Materiales Peligrosos" de la Resolución No. 02/2006 del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

## 16. INFORMACIÓN ADICIONAL

- Asegúrese de cumplir con toda la legislación / normativa aplicable.
- Asegúrese que los empleados que manipulan este producto comprenden el riesgo de sobre oxigenación.
- Antes de utilizar este producto en un nuevo proceso o experimento, debe realizarse un cuidadoso y exhaustivo estudio de compatibilidad de materiales y de seguridad.
- Recipiente a presión.
- Fuente de los datos utilizados : Base de datos European Industrial Gas Association (EIGA).

### **RENUNCIA DE RESPONSABILIDAD:**

Antes de utilizar el producto en un nuevo proceso o experimento, debe llevarse a cabo un estudio completo de seguridad y de compatibilidad de los materiales. Los detalles dados son ciertos y correctos en el momento de llevarse este documento a impresión. A pesar de que durante la preparación de este documento se ha tomado especial cuidado, no se acepta ninguna responsabilidad por las lesiones o los daños resultantes.

La información en esta Hoja de Datos de Seguridad fue obtenida de fuentes que creemos son fidedignas. Sin embargo, la información se proporciona sin ninguna garantía, expresa o implícita en cuanto a su exactitud. Las condiciones o métodos de manejo, almacenamiento, uso o eliminación del producto están más allá de nuestro control y posiblemente también más allá de nuestro conocimiento. Por esta y otras razones, no asumimos ninguna responsabilidad y descartamos cualquier responsabilidad por pérdida, daño o gastos ocasionados por o de cualquier manera relacionados con el manejo, almacenamiento, uso o eliminación del producto. Esta Hoja de Datos de Seguridad fue preparada y debe ser usada sólo para este producto. Si el producto es usado como un componente de otro producto, es posible que esta información de Seguridad no sea aplicable.

### 4.3- Consumo histórico y clientes

En los últimos años los principales consumidores de acetaldehído han sido BAFS Argentina, SIKA Argentina, Auriel y Dow Química

#### BASF Argentina (14.000 tn/año)

BASF es la compañía química más grande del mundo, teniendo un amplio catálogo de productos, entre los cuales se encuentra la producción de resinas fenólicas y de pinturas sintéticas. Esta empresa desarrolla, fabrica y comercializa una completa selección de materias primas para aplicaciones de pinturas y revestimientos muy exigentes, como las pinturas arquitectónicas, automotrices y transporte o industriales.

En la Argentina, disponen de un sitio de manufactura y de dos sitios con función puramente corporativa. El lugar de manufactura mencionado es:

- Directorio, Av. Directorio 1758, Tortuguitas, Provincia de Buenos Aires.

#### SIKA Argentina (7500 tn/año)

Sika se ha transformado en el líder del mercado de productos químicos para la construcción. La empresa produce morteros, aditivos, hidrófugos, selladores, membranas líquidas, Sikafloor y Sikadur.

El acetaldehído se utiliza como aditivo en los adhesivos epoxis, selladores, y, principalmente en las líneas Sikafloor y Sikadur; ya que se utiliza como base solvente. Dicha fabrica se encuentra en:

- Juan Bautista Alberdi 5250, Caseros, Provincia de Buenos Aires

#### AURIAL (4.000 tn/año)

PQAuriel, una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de productos químicos industriales. En su listado de productos se encuentra el ácido acético el cual se obtiene de la oxidación del acetaldehído. Dicha fabrica se encuentra en:

- Niels Bohr 4875, Área de Promoción El Triángulo, Provincia de Buenos Aires.



### DOW QUÍMICA (28.000 tn/año)

DOW QUIMICA es una empresa multinacional líder en el sector químico y de materiales avanzados. La empresa tiene una amplia presencia en todo el mundo y cuenta con una planta de producción en Bahía Blanca, Argentina.

La planta de Bahía Blanca se dedica principalmente a la producción de productos químicos y petroquímicos como etileno, propileno, butadieno y polietileno, que son utilizados en diversas industrias como la automotriz, la construcción, la alimentaria, entre otras. Sin embargo, también produce y comercializa ácido acético, copolímeros ácidos y resinas, para los cuales utiliza el acetaldehído como materia prima.

La empresa cuenta con un compromiso firme en la implementación de prácticas sostenibles en su producción, incluyendo el uso de tecnologías innovadoras y procesos eficientes para reducir su impacto ambiental.

La dirección de dicha empresa es:

- Av. Gral. San Martín 1881, Ingeniero White, Provincia de Buenos Aires

#### 4.4- Proyecciones de la demanda

Utilizando la información obtenida por el anuario del Instituto Petroquímico Argentino hasta el 2022, como se detalló en la sección “Hipótesis”, se ha proyectado un crecimiento del 4% anual de la demanda de acetaldehído hasta el año 2037.

AÑO	PROD. (t)	IMPO. (t)	EXPO. (t)	CONSUMO (t)	IMPO. (US\$/t)	EXPO. (US\$/t)
2012	15.380	12.021	1102	26.299	1770	1254
2013	16.438	15.063	1112	30.389	1825	1292
2014	17.201	15.813	368	32.646	1881	1332
2015	17.413	19.632	1789	35.256	1939	1374
2016	17.901	21.601	624	38.878	1999	1416
2017	1.524	39.541	1029	40.036	2061	1460
2018	2.528	50.125	19	52.634	2125	1505
2019	3.828	59.015	284	62.559	2190	1552
2020	2.853	54.120	473	56.500	2258	1600
2021	1.420	48.401	2042	47.779	2328	1649
2022	3.828	59.015	284	62.559	2400	1700
2023	3.828	59.015		65.061		
2024	3.828	59.015		67.664		
2025	3.828	59.015		70.370		
2026	3.828	59.015		73.185		
2027	3.828	59.015		76.113		
2028	3.828	59.015		79.157		
2029	3.828	59.015		82.323		
2030	3.828	59.015		85.616		
2031	3.828	59.015		89.041		
2032	3.828	59.015		92.603		
2033	3.828	59.015		96.307		
2034	3.828	59.015		100.159		
2035	3.828	59.015		104.165		
2036	3.828	59.015		108.332		
2037	3.828	59.015		112.665		

*Tabla 5 - Proyecciones de demanda para el Acetaldehído.*

*Fuente: elaboración propia a partir de datos de IPA.*

En el gráfico se estima que para el 2037 la demanda anual de acetaldehído será de unas 112.665 toneladas.

#### 4.5- Productos sustitutos

Producción de resinas a partir de formaldehído.

Solventes de pinturas a partir de cetonas.

Producción de ácido acético a partir de etanol.

#### 4.6- Análisis macroeconómico

Situación Macroeconómica de Argentina:

1. Producto Interno Bruto (PIB): El PIB de Argentina es uno de los más grandes de América Latina. Sin embargo, en los últimos años ha experimentado volatilidad y crecimiento intermitente. En 2021, se espera que el PIB se recupere tras la contracción provocada por la pandemia de COVID-19.

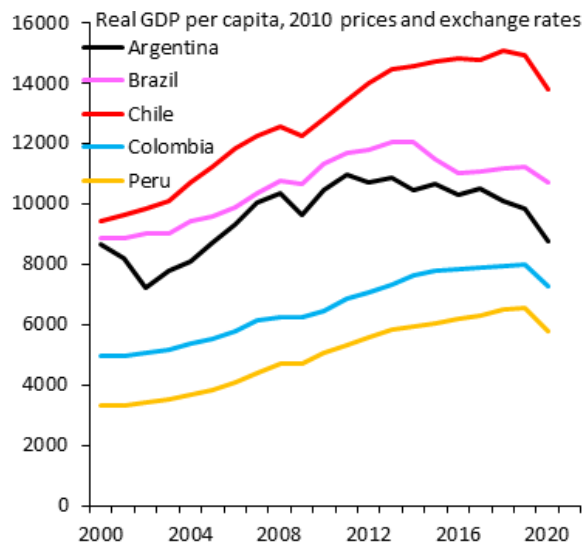


Gráfico 1 - Evolución del PBI per Cápita de países de América Latina.

2. Inflación: La inflación ha sido un desafío persistente en Argentina. En los últimos años, ha habido altos niveles de inflación, lo que ha afectado el poder adquisitivo de la población y la estabilidad económica del país. Se espera que para el 2023, la inflación supere los 3 dígitos.

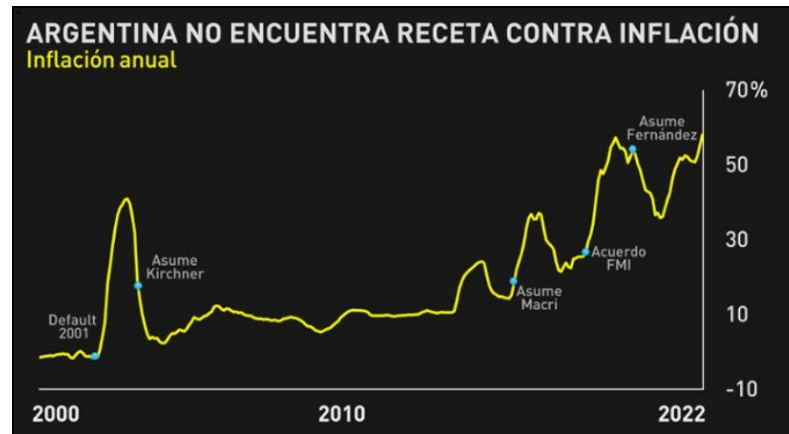


Gráfico 2 - Inflación anual de la Argentina 2000-2022. Fuente: Bloomberg.

3. Deuda Externa: Argentina ha enfrentado desafíos significativos en su deuda externa. En años anteriores, el país ha experimentado dificultades para pagar sus deudas, lo que ha llevado a reestructuraciones y renegociaciones con acreedores internacionales. La gestión de la deuda es un aspecto clave para la estabilidad económica del país.

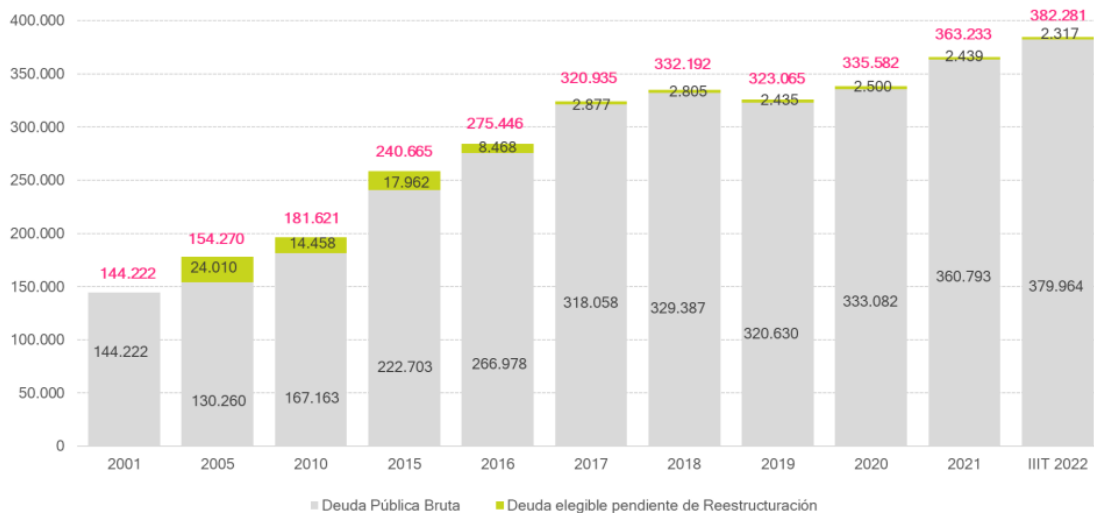


Gráfico 3 - Evolución de la Deuda Bruta de la Administración Central – Fuente: Ministerio de economía de la Rep. Arg.

4. Tipo de Cambio: El tipo de cambio es un factor crítico en la economía argentina. En los últimos años, ha habido fluctuaciones considerables en el valor del peso argentino. La intervención gubernamental en el mercado cambiario ha sido necesaria para mantener cierta estabilidad, pero también ha creado incertidumbre para los inversores. En el siguiente gráfico se hace una evolución del tipo de cambio oficial venta billete del Banco Nación.

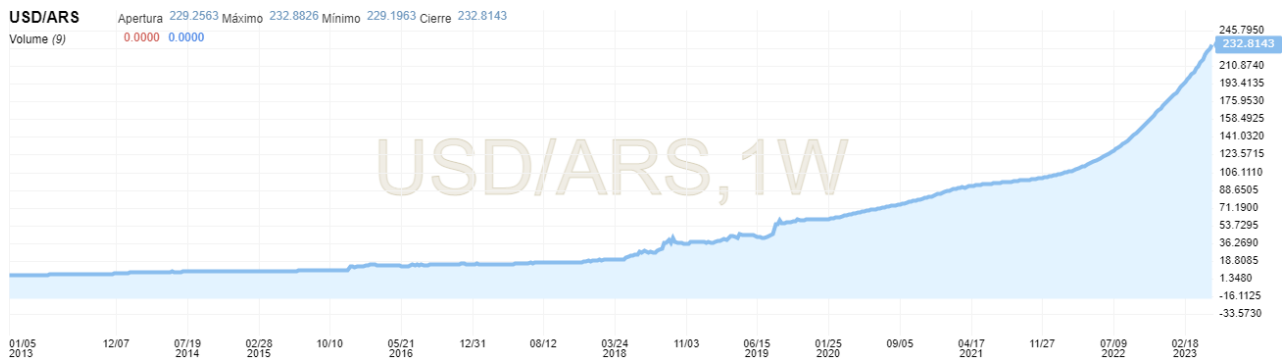


Gráfico 4 - Evolución del tipo de cambio oficial venta billete del Banco Nación 2013-2023. Fuente: Investing.com

5. Riesgo país: En los últimos años, los altos niveles de inflación, el aumento de la deuda y la falta de acceso a los mercados internacionales de crédito; han contribuido a un aumento en el riesgo país. Dando una percepción negativa y de alto riesgo para los inversores.

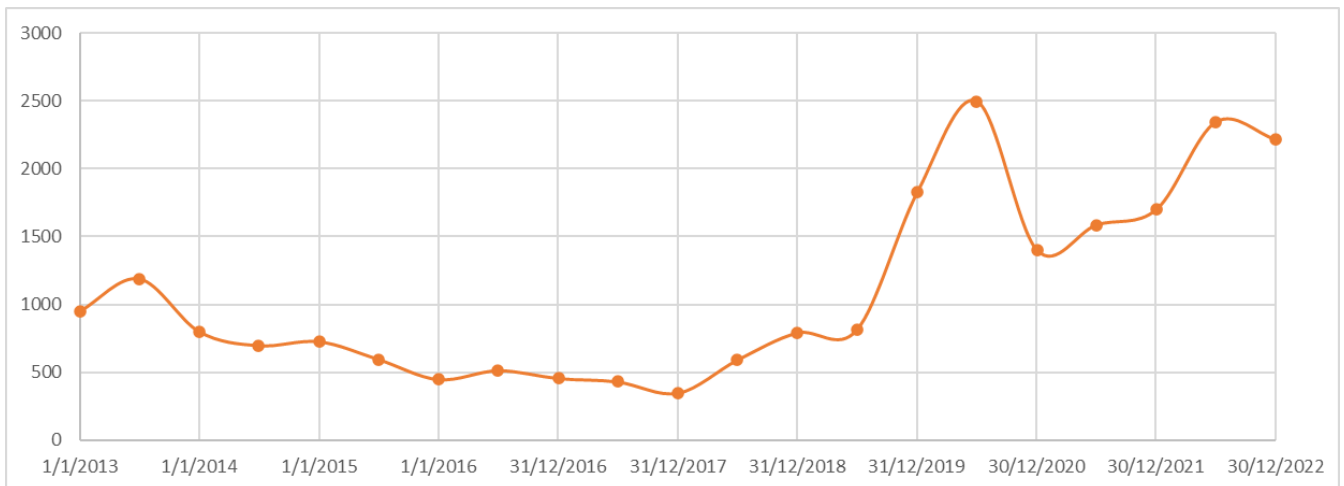


Gráfico 5 - Evolución del riesgo país desde 2013 hasta 2022. Fuente: Datos del JP Morgan Gráfico de elaboración propia.

### Conclusión

Teniendo en cuenta los 5 apartados mencionados anteriormente podemos verificar que el riesgo de realizar una inversión en la Argentina es muy alto y que lograr financiación para el proyecto, a tasas normales, es muy difícil. Además, la TIR del proyecto debe ser lo suficientemente atractiva para minimizar los riesgos de toma de préstamos.

#### 4.7- Capacidad de planta

Considerando el análisis realizado en el apartado “Proyecciones de demanda”, el acetaldehído que se consumirá para el año 2037 será aproximadamente de 113 mil toneladas al año; lo cual generará una diferencia respecto a las importaciones de unas 50 mil toneladas al año. Esto puede verse gráficamente en el siguiente gráfico:

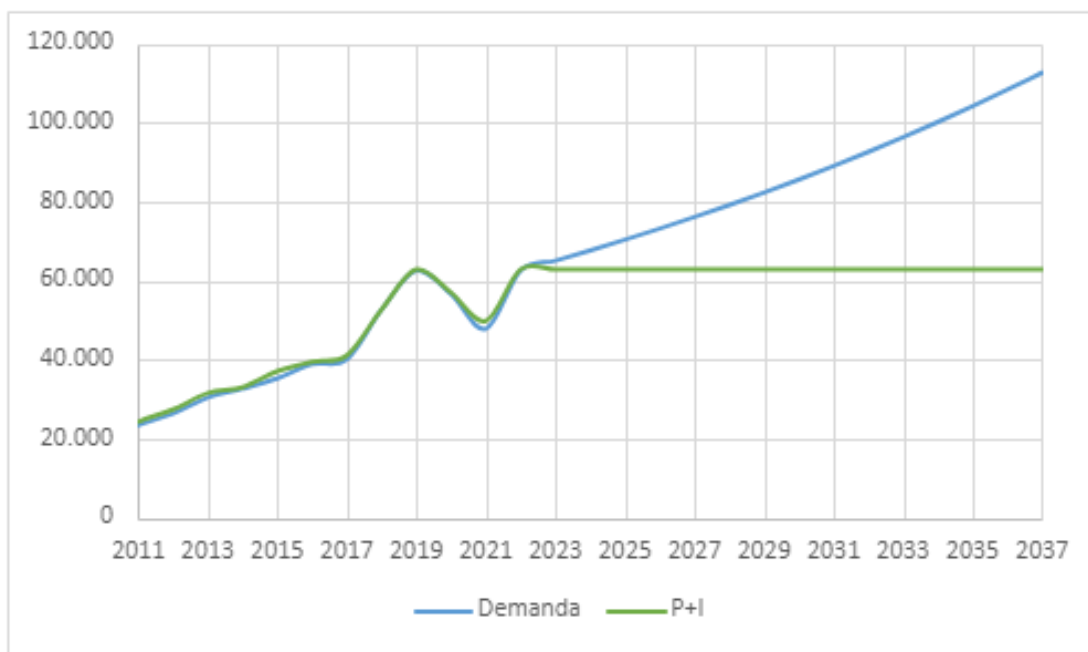


Gráfico 6 - Demanda vs Importación de Etanal. Fuente: elaboración propia a partir de datos de IPA.

#### Conclusion

Teniendo en cuenta que actualmente solo existe una única planta productora de acetaldehído, la cual no alcanza a cubrir la demanda actual, se optó por cubrir el 80% de la demanda del faltante lo cual correspondería a una producción de 40.000 toneladas al año.

## **4.8- Proveedores**

### **4.8.1- Etileno**

El Etileno por contrato provendrá de PBB Polisor S.A. La empresa produce Polietileno de alta densidad, de baja densidad convencional y de baja densidad lineal. Es por esto por lo que tienen una gran producción de Etileno, que no sólo utilizan como materia prima, sino que, además, comercializan. Su capacidad instalada alcanza las 700.000 toneladas/año.

PBB Polisor S.A. está ubicada dentro del Polo Petroquímico Bahía Blanca, hecho que simplifica el transporte del Etileno, que será llevado a cabo por ducto.

Para la producción de acetaldehído se requieren 25473 tn/año de este producto.

### **4.8.2- Oxígeno**

El Oxígeno será adquirido de manera licuada mediante la compra a Air Liquide, una empresa internacional que produce y comercializa gases para la industria, la salud y el medio ambiente. Ofrece una amplia gama de soluciones tecnológicas e innovadoras adaptadas a las necesidades de cada cliente, con el objetivo de mejorar la productividad de sus procesos y reducir el impacto medioambiental.

Están presentes en el Polo Petroquímico Bahía Blanca, por lo que el suministro será mediante ducto.

Serán necesarias 14528 tn/a de Oxígeno.

## **5- LOCALIZACIÓN**

### **5.1- Introducción**

#### **5.1.1- Factores que influyen en la ubicación de una planta industrial**

La elección de la localización de la planta tiene una importancia comparable a la elección de la tecnología misma del proceso. En consecuencia, esta decisión debe ser afrontada rigurosamente, evaluando distintas localizaciones posibles de manera crítica para arribar a una respuesta óptima.

En este proyecto se desarrollará el método de las Puntuaciones Ponderadas, el cual considera ciertos factores que permiten conseguir un menor costo de transporte y operación.

Los factores que se tendrán en cuenta son: el acceso a proveedores de materias primas, la cercanía al cliente, la localización en un parque industrial, la disponibilidad de mano de obra calificada y los beneficios legales e impositivos de cada localidad.

## 5.2- Macro Localización

Uno de los factores de mayor importancia en una planta de Acetaldehído es el transporte de la materia prima. El etileno, según indica su hoja de seguridad, es altamente reactivo, con un alto riesgo de incendio y explosión. Esto dificulta el traslado por vía terrestre y marítima, quedando como única opción segura y viable la alimentación directa al proceso, a través de ductos.

De esta manera, la macro localización queda restringida a aquellas zonas en las que existan plantas que produzcan etileno y puedan abastecer totalmente nuestro proceso.

En el territorio argentino hay dos grandes productores de etileno que son: PAMPA ENERGÍA S.A. y PBB Polisor S.A. Estos productores están ubicados en dos localizaciones.

Productor	Localización	Capacidad (t/año)
Pampa Energia S.A.	San Lorenzo (Santa Fe)	21000
	Pto. Gral. San Martin (Santa Fe)	31000
PBB Polisor S.A.	Bahía Blanca (Buenos Aires)	250000
	Bahía Blanca (Buenos Aires)	450000

Tabla 6 – Productores de etileno.

A continuación, se listan dichas localizaciones con una breve reseña de cada una.

- Parque Industrial Puerto General San Martin (San Lorenzo, Santa Fe).

Ubicado sobre la ribera oeste del río Paraná, a 330 km al noroeste de Buenos Aires, a 143 km de Santa Fe capital y a 27 km de Rosario, dentro del departamento San Lorenzo, en la provincia de Santa Fe, Argentina. El predio consta de 15 hectáreas en total, tiene acceso por Autopista Rosario-Santa Fe, por ruta Nacional N°11 y por ex ruta Provincial N°18 Sur.

Dirección: Ramón Rodríguez 520 (Puerto General San Martin, Provincia de Santa Fe).

- Parque Industrial de Bahía Blanca (Bahía Blanca, Buenos Aires).

Ubicado al sudoeste de la ciudad portuaria de Bahía Blanca, en la provincia de Buenos Aires, Argentina. Bahía Blanca cuenta con una población de 301.572 habitantes. El Parque Industrial cuenta con 136 hectáreas y una ubicación estratégica, con fácil acceso diversas rutas provinciales y nacionales.

Dirección: Mosconi 1299 (Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires).



- Parque Industrial de San Lorenzo (San Lorenzo, Provincia de Santa Fe).

San Lorenzo es una ciudad ubicada en la zona sur de la provincia de Santa Fe, Argentina, a 23 km al norte de la ciudad de Rosario; en la orilla occidental del río Paraná y a 147 km de la capital provincial. Es la ciudad cabecera del departamento San Lorenzo, y tiene 46 239 habitantes.

Nuestro proceso, para poderse llevar a cabo, necesita de 25000 tn/año de etileno, por lo tanto, la empresa localizada en San Lorenzo es descartada del método por ponderaciones ya que no cumple con el requisito mínimo.

La siguiente ponderación evidencia diferentes variables que afectan al desarrollo de la planta en Puerto General San Martín y Bahía Blanca.

Parametros	Preponderancia	Pto. Gral. San Martín		Bahía Blanca	
		Calificación	Pond.	Calificación	Pond.
Disponibilidad de materia prima	0,30	6	1,8	10	3,0
Cercanía al cliente	0,25	4	1,0	8	2,0
Servicios Auxiliares	0,20	10	2,0	10	2,0
Disponibilidad de mano de obra	0,15	8	1,2	8	1,2
Beneficios legales e impositivos	0,10	8	0,8	8	0,8
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>PF</b>	<b>6,8</b>	<b>PF</b>	<b>9,0</b>

*Tabla 7 – Ponderación de macro localización.*

Como se puede ver en el cuadro anterior, el sitio que mejor cumple con los requisitos para poder instalar una planta de producción de acetaldehído es el **Polo Industrial de Bahía Blanca**, ya que, se tiene una mayor cercanía con los clientes, más que nada, con el cliente mayoritario. A continuación, desarrollaremos de manera más profunda cada uno de los parámetros mencionados.

### 5.3- Factores primarios y específicos

A continuación, se describe cada parámetro:

#### 5.3.1- Acceso a proveedores de materias primas

El proceso que queremos llevar a cabo necesita de tres componentes: etileno, oxígeno y catalizadores.

Los catalizadores serán comprados en grandes cantidades en el exterior con la intención de almacenarlos en la empresa.

Con respecto al etileno, será comprado a PBB Polisor S.A., la cual está radicada en el polo industrial de Bahía Blanca, abasteciendo nuestra planta mediante la utilización de cañerías.

En cuanto al oxígeno, este será provisto por la empresa Air Liquide, que también está establecida en el polo industrial de Bahía Blanca.

### **5.3.2- Cercanía al cliente**

Este parámetro es de vital importancia, puesto que, mientras más cerca estemos de nuestros compradores, menores serán los costos de traslado y con cualquier tipo de factor que pueda afectar al producto en el trayecto.

### **5.3.3- Disponibilidad de servicios generales**

El polo industrial de Bahía Blanca cuenta con infraestructura, servicios y recursos que son brindados a las empresas que se instalan en este parque industrial con la intención de facilitar así su desarrollo.

La infraestructura que ofrece este complejo es:

- Red de energía eléctrica industrial.
- Red de gas natural industrial.
- Red de agua.
- Cloacas.
- Pavimento en un 80% de las calles.
- Iluminación.
- Acceso a internet.
- Drenaje pluvial.

Los servicios que podemos encontrar en el complejo son:

- Seguridad 24 horas y control de acceso vehicular.
- Soporte técnico y profesional de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Bahía Blanca.
- Comedor para el personal de las empresas.
- Salón de Usos Múltiples.

Los recursos de los que dispone este complejo son:

- Equipo profesional de Administración y Mantenimiento del Parque.

- Sucursales del Banco Nación y del Banco Provincia.
- Incubadoras de empresas.

#### 5.3.4- Disponibilidad de transporte

El polo industrial cuenta con diversas entradas, calles y espacios suficientes para permitir el traslado de cualquier tipo de medio de transporte relacionado a la empresa o al parque industrial que se necesite.



Figura 1 – Productores de materias primas.

#### 5.3.5- Disponibilidad de mano de obra calificada

Para cualquier proyecto de ingeniería es esencial contar con mano de obra calificada y Bahía Blanca no es una excepción a ello, por eso, cuenta con mano de obra con gran experiencia en industrias petroquímicas y químicas de la zona, además, de futuros profesionales provenientes de las universidades establecidas en esa región.

### **5.3.6- Beneficios legales e impositivos**

Radicarse en el polo industrial de Bahía Blanca conlleva muchos beneficios y eximiciones provinciales y municipales que ayudan a las empresas a poder establecerse y progresar.

#### Provinciales

- Exención de impuestos Provinciales, Inmobiliario, Ingresos Brutos, Sellos, Automotores.
- Beneficios con el Fondo de Garantías de la Provincia de Buenos Aires (FOGABA).

Respaldados por la ley 13.656.

#### Municipales

- Eximición de Tasa por Inspección de Seguridad e Higiene, Alumbrado Barrido y Limpieza y conservación de la Vía Pública, Publicidad y Propaganda por 8 (ocho) años a las empresas que funcionen en el Parque Industrial.
- Eximición del pago de Derechos de Construcción y Tasa de Habilitación a las empresas que se establezcan en el Parque Industrial.
- Eximición de Pago de Tasas Municipales por un año a las PYMES que hayan adquirido lotes en el Parque Industrial y que estén en proceso de radicación.

Respaldados por la ordenanza municipal 7454, 9709 y 14493.

#### Conclusión

Queda definida, entonces, la macro localización de la planta de acetaldehído, en el Parque Industrial Bahía Blanca, respetando los siguientes lineamientos:

1. PBB Polisur S.A., empresa con la cual firmamos un contrato a 20 años para la venta de nuestro producto, es, además, la mayor planta productora de etileno a nivel nacional. Por lo tanto, es quien tiene mayor disponibilidad para vendernos el producto como materia prima.
2. Por otro lado, los servicios auxiliares son similares en todos los parques industriales, así como también la mano de obra disponible, ya que todos los polos estudiados están cerca de grandes centros urbanos que cuentan, a su vez, con centros de formación profesional.
3. Otra gran ventaja de localizar la planta en Bahía Blanca es la cercanía del Mercado y el bajo costo de transporte, ya que el mismo polo industrial concentra tanto a los proveedores de nuestra materia prima y al cliente que absorberá la mayor parte de nuestra producción.
4. Por último, un factor no menor, son las ventajas impositivas que ofrece el polo Industrial Bahía Blanca.

## 5.4- Micro Localización

Con la idea de poder desarrollar nuestra planta de acetaldehído en la mejor ubicación posible del parque Industrial de Bahía Blanca, se realizó una ponderación entre diferentes parcelas con la intención de determinar que parcela cumple mejor con nuestros requisitos para este proyecto.

Parametros	Preponderancia	1567 BZ		1567 BB		1567 AP	
		Calificacion	Pond.	Calificacion	Pond.	Calificacion	Pond.
Cercanía a materia prima	0,4	10	4	10	4	10	4
Superficie Disponible para ampliaciones	0,6	9	5,4	7	4,2	5	3
<b>Total</b>	<b>1,0</b>	<b>PF</b>	<b>9,4</b>	<b>PF</b>	<b>8,2</b>	<b>PF</b>	<b>7</b>

Tabla 8 – Ponderación de micro localización.

Como se puede observar en el cuadro anterior, la mejor parcela para poder instalar la planta de producción de acetaldehído es la parcela 1567 BZ, haciendo referencia a los nombres encontrados en CARTO ARBA.

Esta se localizará sobre la Avenida 18 de Julio y estará enfrente a nuestro proveedor de etileno.

El terreno destinado cuenta con una superficie total de 81.141 m<sup>2</sup>.

Georreferenciación: 38°46'29.8"S 62°17'36.3"W

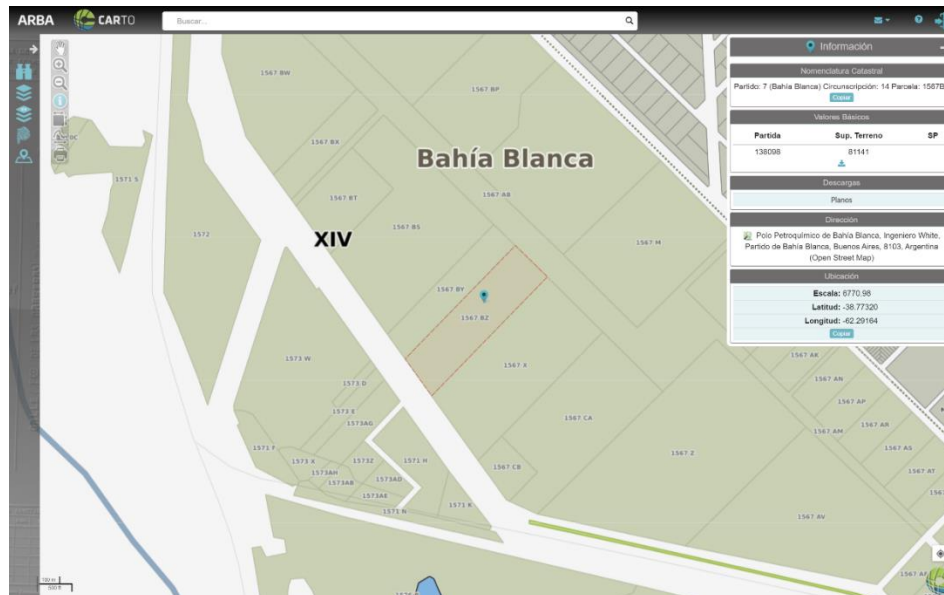


Figura 2 – Ubicación del lote seleccionado. Fuente: CARTO ARBA.

Se puede observar que la empresa PBB Polisor S.A., que es nuestra proveedora de etileno, se encuentra a 200 metros de nuestra empresa. Además, de contar con una cercanía estratégica con la empresa proveedora de oxígeno, Air Liquide, que se encuentra a 2800 metros de nuestra fabrica.

## 5.5- Estudio de Clima

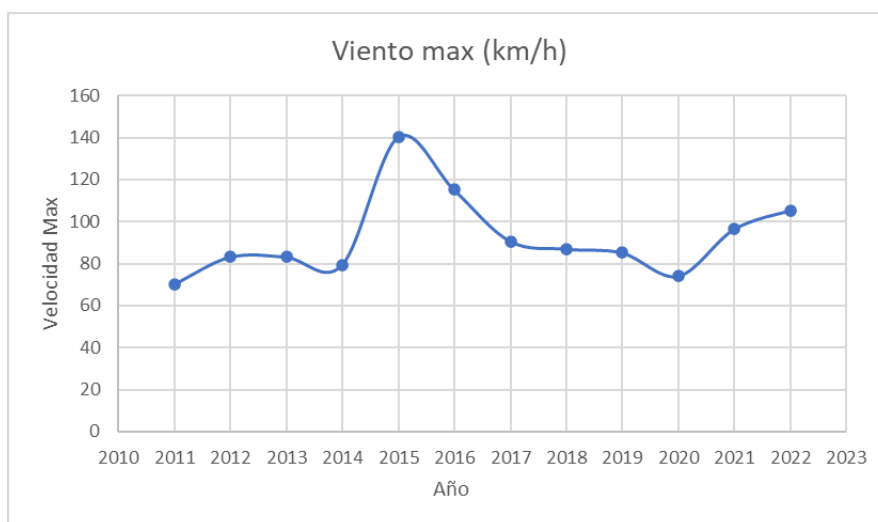
Nuestro estudio del clima se basará en la zona escogida para la construcción y operación de nuestra planta. Para esto, se considerarán tres factores que son fundamentales para poder construir una industria química, los cuales son los vientos, las precipitaciones y las temperaturas. De esta manera se continuará con el desarrollo de estas variables de manera más detallada.

### 5.5.1- Vientos

Uno de los factores más influyentes de los que hay que tener en cuenta para la construcción de una planta industrial es el viento. Dependiendo de estos, es cuánto dinero se va a destinar a los soportes de todas las estructuras, principalmente las que posean elevadas alturas.

Según las estadísticas obtenidas, la velocidad promedio del viento en Bahía Blanca tiene poca variación a lo largo del año. Sin embargo, durante los meses de diciembre y marzo se pueden observar aumentos en las velocidades de los vientos que salen del promedio encontrándose así, en estos meses, las mayores ráfagas de viento.

Para poder construir las diferentes estructuras que posee nuestra planta, es necesario tomar como referencia el valor máximo obtenido a lo largo de los años elegidos para el estudio, siendo este el del año 2015 en el cual se alcanzaron ráfagas de 140 km/h.



*Gráfico 6 - Velocidades máximas del viento - Periodo 2011 - 2022. Fuente: elaboración propia con material de tutiempo.*

Por lo tanto, se recomienda que, a la hora de hacer el desarrollo para la implementación de estructuras de sustentación, principalmente para los techos de los edificios y para los equipos que posean gran altura, se haga teniendo en cuenta los casos excepcionales.

### 5.5.2- Lluvias

El clima de Bahía Blanca se caracteriza por precipitaciones escasas y variables. La cantidad promedio de lluvia anual es de aproximadamente 680 mm, aunque en el registro mensual varía considerablemente. Debido al terreno que se inclina hacia el mar, las inundaciones pluviométricas son poco comunes en esta zona. A pesar de que las lluvias no suelen superar los 100 mm diarios, en el año 2022 se registraron lluvias históricas de 121 mm y 127 mm.

Conclusiones: se recomienda que a la hora de hacer el desarrollo de la ingeniería civil para los desagües pluviales e industriales se tengan en cuenta estos casos excepcionales.

### 5.5.3- Temperatura

Los meses donde se encuentran las mayores temperaturas es entre diciembre y abril. Esto es fundamental saberlo, ya que, la temperatura ambiente cumple un rol muy importante para todo el proceso porque de esta depende la temperatura del refrigerante que se utilice y de los equipos a emplear.

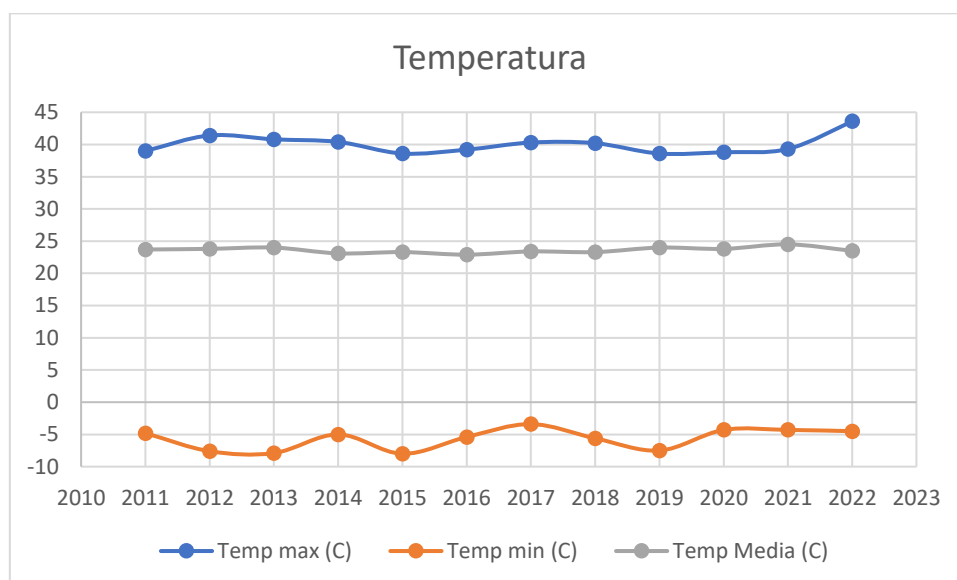


Gráfico 7 - Registro de temperaturas anuales promedio.  
Fuente: elaboración propia con material de tutiempo.

### Conclusiones

Se recomienda que, a la hora de hacer el desarrollo del diseño de los equipos de procesos se considere la condición más desventajosa que poseerá el parque industrial en sus torres de enfriamiento, donde la temperatura del agua de enfriamiento será de 29°C.

## 5.6- Estudio de requisitos legales

### 5.6.1- Nacional

- Constitución Nacional. Arts. 41: todos los habitantes a un ambiente sano, equilibrado y apto para el desarrollo humano siguiendo la práctica de otras constituciones extranjeras y provinciales. Incluye obligación tradicional de reparación Ambiental del Código Civil (Artículo 1.077).
- Constitución Nacional. Arts 43: legitima a los afectados para accionar por vía de amparo en defensa del derecho constitucional al ambiente.
- Constitución Nacional. Arts 124: las provincias el dominio originario de los recursos naturales, implica que tendrá facultades de tutela y legislativas sobre los mismos.
- Ley 25675. Ley General del Ambiente. Establece que toda actividad u obra que, en territorio de la nación, sea susceptible de degradar el ambiente o afectar la calidad de vida de la población, debe estar sujeta a un procedimiento de evaluación de impacto ambiental, previo a su ejecución.
- Ley 25.612: Gestión Integral de Residuos Industriales. Establece 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.
- Ley 24.051: Residuos peligrosos. Establece que toda planta de tratamiento y/o disposición final de residuos peligrosos deberá llevar un registro de operaciones permanente, en la forma que determine la autoridad de aplicación, el que deberá ser conservado a perpetuidad, aun si hubiere cerrado la planta.
- Ley 25.916 de protección ambiental para la gestión integral de los residuos domiciliarios. Establece que los residuos domiciliarios tienen que ser tratados de una manera especial para que no afecten el ambiente ni la calidad de vida de la población.
- Ley 25.688. Régimen de Gestión Ambiental de Aguas. Determina que para utilizar las aguas objeto de esta ley, se deberá contar con el permiso de la autoridad competente. En el caso de las cuencas interjurisdiccionales, cuando el impacto ambiental sobre alguna de las otras jurisdicciones sea significativo, será vinculante la aprobación de dicha utilización por el Comité de Cuenca correspondiente, el que estará facultado para este acto por las distintas jurisdicciones que lo componen.
- Código civil Art. 1113 Responsabilidad objetiva. "En los supuestos de daños causados con las cosas, el dueño o guardián, para eximirse de responsabilidad, deberá demostrar que de su parte no hubo culpa..."
- Código civil Art. 1109 responsabilidad subjetiva. "Todo el que ejecuta un hecho, que por su culpa o negligencia ocasiona un daño a otro, está obligado a la reparación del perjuicio".
- Resolución 801/2015 de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo, dependiente del Ministerio de Producción y Trabajo.



- Se aprueba la implementación del sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (SGA/GHS) en el ámbito laboral, cuyos contenidos y metodología de aplicación podrán ser consultadas en la página web de la superintendencia de riesgos del trabajo (S.R.T.).
- Resolución 295/2003 Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, República Argentina- Controles de exposición ambiental.
- Se aprueban especificaciones técnicas sobre ergonomía y levantamiento manual de cargas, y sobre radiaciones.
- Resolución 844/2017 Superintendencia de Riesgos del Trabajo, Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, República Argentina. Legisla sobre la Declaración Jurada que deben realizar los empleadores para su inscripción en el Sistema de Vigilancia y Control de Sustancias y Agentes Cancerígenos.
- Leyes No 19.587/72 y N° 24.557/95: Higiene y Seguridad en el Trabajo y Riesgos del Trabajo (ART). Evaluación e identificación de los diferentes riesgos físicos, químicos, biológicos y ergonómicos presentes en los sectores o puestos de trabajos a los que se encuentran expuesto personal, así también refiere al estudio de las condiciones concurrentes en las que se ejecutan las tareas.
- La Ley 24557, propone en su marco teórico la prevención de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, además de asegurar al trabajador adecuada atención médica en forma oportuna, procurando su restablecimiento.
- Decreto 911/96 Reglamentario de la Ley 19587/72 para el ámbito de la construcción. Define los requerimientos mínimos en el ámbito de la construcción.
- Res. 905/15 Establézcanse las funciones que deberán desarrollar del trabajo los servicios de Higiene y Seguridad en el trabajo y de Medicina.
- Res. 230/03 SRT: Obligación de los empleadores asegurados y de los empleadores auto asegurados de denunciar todos los la SRT. accidentes de trabajo y enfermedades profesionales a su ART y a la SRT.
- Res. 84/12: Apruébese el Protocolo para la medición de iluminación en el ambiente laboral.
- Res. 85/12: Apruébese Protocolo para la medición del nivel de ruido en el ambiente laboral.
- Res. 900/15: Apruébese Protocolo para la Medición del valor de puesta a tierra y la verificación de la continuidad de las masas en el Ambiente Laboral.
- Res. 886/15: Apruébese Protocolo de Ergonomía.
- Res 299/2011: Adóptense las reglamentaciones que procuren la provisión de elementos de protección personal trabajadores y EEP certificados.
- Las condiciones básicas de Higiene y Seguridad que se deben cumplir en una obra en construcción desde el comienzo de esta serán las siguientes:
- Instalación de baños y vestuarios adecuados.

- Provisión de agua potable.
- Construcción de la infraestructura de campamento (en caso de ser necesario) y todo lo estipulado en el Capítulo 5 "Infraestructura de obra" del Dec. 911/96

### 5.6.2- Provincial

- Ley Provincial 11.459 "Ley de radicación ambiental" Determina que los establecimientos industriales que se encuentren dentro de la jurisdicción de la Provincia de Buenos Aires deberán contar con el pertinente Certificado de Aptitud Ambiental como requisito obligatorio indispensable para que las Provincial autoridades municipales puedan conceder las correspondientes habilitaciones industriales.
- Decreto N° 531. Detalla el procedimiento de trámite y expedición del Certificado de Aptitud Ambiental. El mismo va a variar dependiendo de cómo encaje la industria dentro la clasificación desarrollada en el decreto que determina, mediante el nivel de complejidad ambiental, la categoría del establecimiento industrial.
- Ley Provincial 13.656: Exención de impuestos Provinciales, Inmobiliario, Ingresos Brutos, Sellos, Automotores. Beneficios con el Fondo de Garantías de la Provincia de Buenos Aires (FOGABA).
- Ley N° 11.720 "Ley de Generación, Manipulación, Almacenamiento, Transporte, Tratamiento y Disposición final de Residuos Especiales. Reducir la cantidad de residuos especiales generados, minimizar los potenciales riesgos del tratamiento, transporte y disposición de estos y promover la utilización de las tecnologías más adecuadas, desde el punto de vista ambiental.
- Ley N° 11.723. Ley Integral del Medio Ambiente y los Recursos Naturales. Establece que aquellas obras o actividades que sean susceptibles de producir algún efecto negativo al ambiente de la Provincial Provincia de Buenos Aires y/o sus recursos naturales, deberán obtener una declaración de impacto ambiental expedida por la autoridad ambiental provincial o municipal.
- Ley N° 14370 Registro de Establecimientos Industriales. Instaura que todos los establecimientos industriales radicados o a radicarse en el ámbito territorial de la Provincia de Buenos Aires, deberán empadronarse inscribiéndose en el Registro Ambiental de Establecimientos Industriales de la Provincia de Buenos Aires, que contendrá la totalidad de las declaraciones juradas relativas al empadronamiento, y todo otro dato, documentación e información asociada.
- Ley N° 14343. Regula la identificación de los Pasivos Ambientales. Regula la identificación de los pasivos ambientales, y obliga a recomponer sitios contaminados o áreas con riesgo para la salud de la población, con el propósito de mitigar los impactos negativos en el ambiente (contaminación del agua-suelo-aire).

- Ley N° 5965. Ley de protección a las fuentes de provisión y a los cursos y cuerpos receptores de agua y a la atmósfera. Instaura que ningún establecimiento industrial podrá ser habilitado o iniciar sus actividades sin la previa obtención de la habilitación correspondiente y la aprobación de las instalaciones de provisión de agua y de los efluentes residuales industriales respectivos.
- Decreto N° 1074. Decreta que todos los establecimientos generadores ubicados en el territorio de la provincia de Buenos Aires deberán obtener la Licencia de Emisiones Gaseosas a la Atmósfera (LEGA), previa presentación de una Declaración Jurada, conforme las pautas establecidas en la normativa vigente ante la Autoridad de Aplicación, que permita evaluar y controlar el impacto sobre la calidad del aire y el ambiente.
- Resolución No 336/03. Se establecen tanto las Ramas Industriales, cuyos efluentes no deben disponerse en pozos absorbentes, como los parámetros de calidad de las descargas límite admisibles.
- Resolución No 159/96. Ruidos molestos. Establece la medición y clasificación de los ruidos producto de los establecimientos industriales, como las sanciones que estos pueden llegar a adquirir en caso de generar mucha polución sonora.
- Resolución No 445/18. Constituye el reglamento de procedimiento sancionatorio administrativo de multas y sanciones por infracciones a la normativa ambiental.
- Decreto no 3395: reglamento de la Ley N° 5965: Alcanza a todo generador de emisiones gaseosas que vierta las mismas a la atmósfera, y se encuentre ubicado en el territorio de la Provincia de Buenos Aires.
- Resolución N° 231/96. Aparatos sometidos a presión. Resolución N° 1126/07. Modificatoria Resolución No 231/96.

### 5.6.3- Municipal

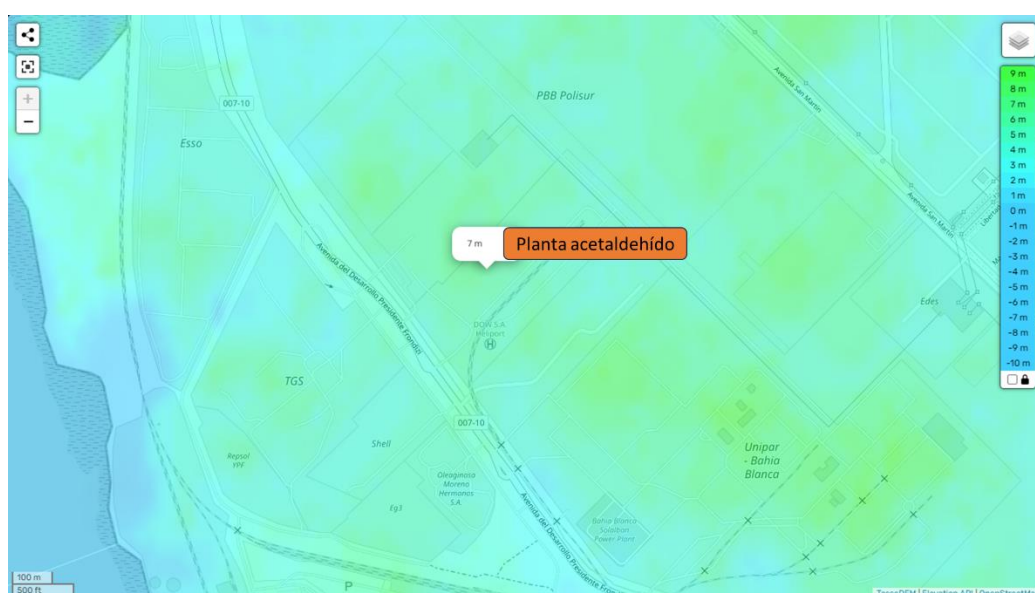
- Ordenanza Municipal N° 7.454: eximición del pago de las Tasas por Inspección de Seguridad e Higiene; Alumbrado, Barrido, Limpieza y Conservación de la Vía Pública; Publicidad y Propaganda; y toda otra tasa asimilable que se creare en el futuro, por el término de ocho años, a aquellas empresas que funcionen en el Parque Industrial de Bahía Blanca y que no se hayan acogido a los beneficios de la Ley Provincial de Promoción Industrial 10.547.
- Ordenanza Municipal N° 9.709: eximición del pago de Derechos de Construcción y Tasa de Habilitación a las empresas que se establezcan en el Parque Industrial.
- Ordenanza Municipal N° 14.493: eximición de Pago de Tasas Municipales por un año a las empresas que hayan adquirido lotes en el Parque Industrial y que estén en proceso de radicación.

## Conclusiones

Del estudio de las leyes, resoluciones y decretos citados se concluye que no existen impedimentos legales para la radicación de la planta de acetaldehído en la localidad elegida.

### 5.7- Estudio de suelos

Bahía Blanca se encuentra en una planicie con ligeras elevaciones que desciende hacia la costa y está cruzada por dos arroyos: Napostá Grande y Maldonado. La ciudad cuenta con una zona central de gran importancia, donde se desarrollan principalmente actividades comerciales, financieras y administrativas. En este lugar se localizan los principales edificios públicos y privados, siendo estos de gran altura. Los barrios residenciales y los espacios verdes rodean el centro urbano, especialmente hacia el norte y el noroeste y la zona industrial y portuaria se ubica al sur.



*Figura 3 - Mapa que muestra la altitud en el parque industrial de Bahía Blanca. Fuente: Topographic-map*

A continuación, se desarrollarán los diferentes estudios que se deben tener en cuenta para la instalación de la planta industrial.

### **5.7.1- Estudio del suelo para el establecimiento de la planta**

El estudio de suelos proporciona información crucial para la planificación, diseño y construcción de una planta industrial en Bahía Blanca, garantizando la seguridad y el cumplimiento de los requisitos ambientales y de ingeniería. Es recomendable contar con el apoyo de expertos y estudios ambientales para llevar a cabo estos análisis de manera precisa y confiable.

Los estudios que se recomiendan realizar se describen a continuación:

1. Estudio geotécnico: Este estudio evalúa las propiedades físicas y mecánicas del suelo en el sitio propuesto para la planta industrial. Se analizan características como la capacidad portante, la compactación, la permeabilidad y la estabilidad del suelo. Este estudio es crucial para determinar la viabilidad de la construcción y el diseño de cimentaciones adecuadas.
2. Estudio de contaminación del suelo: Dado que se trata de una planta industrial, es importante evaluar la presencia de contaminantes en el suelo. Se deben realizar análisis químicos para identificar posibles sustancias tóxicas o contaminantes presentes en el terreno, ya sea como resultado de actividades industriales previas o debido a fuentes externas.
3. Estudio hidrogeológico: Este estudio se enfoca en la evaluación de las características hidrogeológicas de la zona, incluyendo la ubicación y el comportamiento de las capas acuíferas. Es fundamental comprender la interacción entre el agua subterránea y el suelo para asegurar una gestión adecuada de los recursos hídricos y evitar posibles impactos negativos en el entorno.
4. Estudio de riesgos geológicos: Es importante evaluar la presencia de riesgos geológicos en la zona, como movimientos de tierra, deslizamientos, sismicidad u otros fenómenos naturales que puedan representar un peligro para la planta industrial. Estos estudios permiten implementar medidas de mitigación y diseñar estructuras resistentes a los posibles riesgos identificados.
5. Estudio de compactación y drenaje: Se realiza para evaluar la capacidad de drenaje del suelo y su capacidad de soporte. Esto es importante para asegurar una adecuada preparación del terreno y el diseño de sistemas de drenaje necesarios para la planta industrial.

### 5.7.2 - Metodología de estudio

Con el objetivo de determinar los parámetros para el diseño y cálculo estructural de las fundaciones para la planta, se realizarán dos sondeos de 5m de profundidad y de 3" de diámetro, con un equipo de perforación rotativo.

### 5.7.3 - Resultados

1. Estudio geotécnico: El perfil de suelos del sondeo se integra con arenas limosas en estado medianamente denso y arcilla mediana a densa. El nivel freático varió en esa zona entre 1.4 m y 2 m. La densidad relativa varió entre suelta a media con valores de 6 a 9 golpes para 30 cm de penetración
2. Estudio de contaminación del suelo: Si bien el terreno presenta un drenaje pobre, la presencia de arcilla densa puede dificultar la infiltración y recarga de agua en el suelo, aumentando el riesgo de contaminación del agua subterránea debido a la acumulación de sustancias tóxicas.
3. Estudio hidrogeológico: terrenos susceptibles a inundación debido a posibles anegamientos de los ríos circundantes.
4. Estudio de riesgos geológicos: Las cargas que se generan en suelos limosos pueden dar lugar a deslizamientos, especialmente durante eventos de lluvia. La combinación de arenas limosas y arcilla densa puede aumentar la susceptibilidad a deslizamientos y movimientos de tierra. Además, la presencia de arcilla puede llevar a la formación de grietas y hendiduras en el suelo, lo que aumenta el riesgo de hundimientos y colapsos, especialmente en áreas con cambios bruscos en la humedad.
5. Estudio de compactación y drenaje: La densidad relativa varió entre suelta a media con valores de 6 a 9 golpes para 30 cm de penetración. El terreno contó con un drenaje muy pobre.

En base a los estudios, es necesario adecuar el terreno para la construcción de nuestra empresa. Para ello, la fundación más conveniente para este tipo de suelos es la fundación del tipo directa mediante bases aisladas.

Además, se determinó la necesidad de conformar un relleno en la totalidad del lote, el mismo tendrá con objetivo elevar la cota del terreno natural con el objetivo de minimizar el riesgo de inundaciones y, a su vez, el riesgo de hundimiento debido a las cargas de la propia estructura.

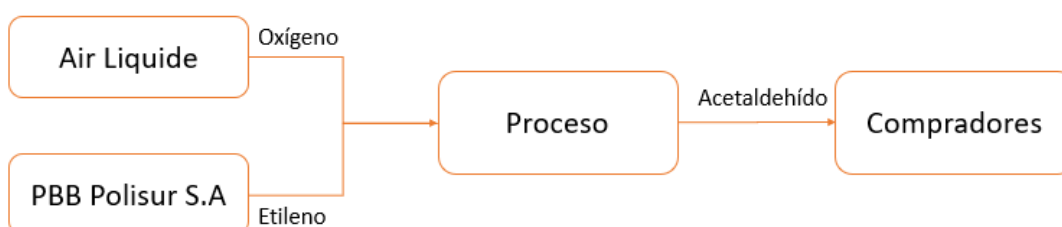
## 5.8- Logística

Para asegurar la producción será necesario un abastecimiento constante de materia prima por parte de la empresa PBB Polisor S.A., que, a su vez, será el cliente mayoritario del producto final.

Mecanismos de conducción a utilizar para el abastecimiento de materia prima y para el traslado del producto:

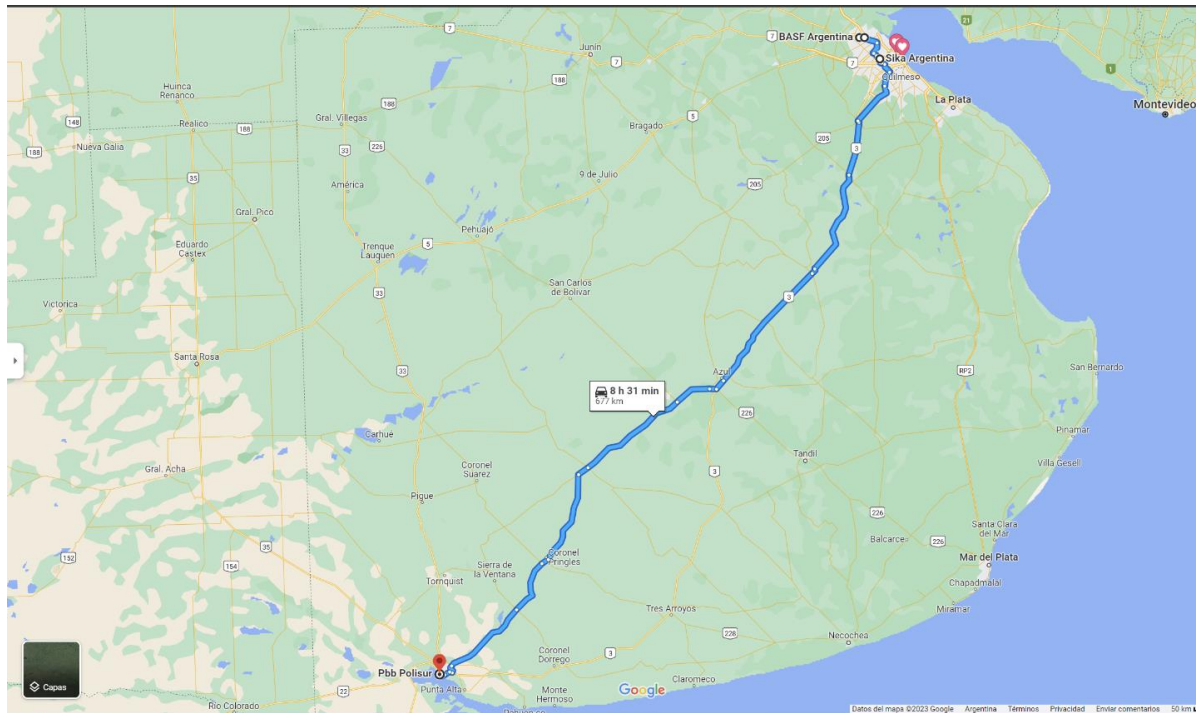
- Cañería de ingreso de etileno (desde planta PBB Polisor) que pasara por una calle interna establecida para el pasaje de cañería. Longitud aproximada 400 m.
- Cañería de egreso del producto terminado (Acetaldehído) a la zona de descarga de camiones para su distribución.
- Cañería de ingreso de oxígeno desde AIR LIQUIDE 1200 m que vendrá desde esta empresa pasando por terrenos donde ya existen cañerías del estilo y pasando por una calle interna hasta nuestra empresa.
- Tanque de reserva de Acetaldehído dentro del circuito de planta.
- Tanque de despacho de Acetaldehído.
- Tanque de acopio para el producto que se encuentra fuera de especificación, que podrá ser devuelto al sistema de manera controlada teniendo en cuenta los caudales de operación o que podrá ser vendido en caso de que el comprador lo acepte.
- Dos Tanques refrigerados de reserva de oxígeno.

En el siguiente diagrama se puede observar el esquema del proceso planteado para nuestra empresa.



*Figura 4 - Diagrama logístico*

Donde el producto será trasladado mediante camiones a las demás empresas que se encuentran en la provincia de Buenos Aires.



*Figura 5 - Empresas compradoras de acetaldehído.*

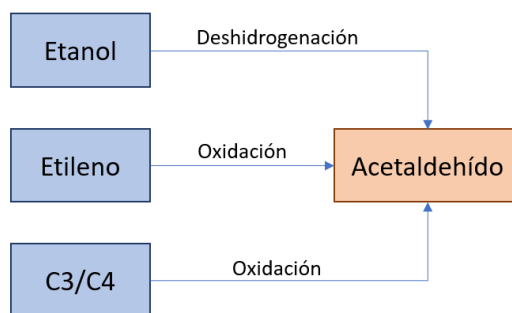


## 6- SELECCIÓN DEL PROCESO ÓPTIMO – SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA

En la siguiente sección se analizará y seleccionará entre las distintas patentes y tecnologías disponibles para la implementación de una planta de Acetaldehído.

### 6.1- Descripción de los distintos procesos posibles.

La selección de las principales materias primas utilizadas para producir acetaldehído ha estado influida por factores económicos e históricos, y ha variado según los países. Entre ellas se incluyen el etanol, acetileno, etileno y fracciones de hidrocarburos.



*Figura 6 - Principales rutas para sintetizar acetaldehído.  
Elaboración propia.*

A continuación, se explican los principales métodos para obtener acetaldehído.

#### 6.1.1- Acetaldehído a partir de deshidrogenación de etanol

El acetaldehído se puede obtener por deshidrogenación catalítica de etanol:

Para ello se realizan dos modificaciones de la deshidrogenación:

- Deshidrogenación sobre catalizadores de plata o preferentemente de cobre, así como
- Deshidrogenación oxidante sobre catalizadores de plata en presencia de oxígeno.

#### Paso 1:

La deshidrogenación de etanol se realiza, predominantemente sobre catalizadores de Cu, que están activados con Zn, Co o Cr.

La temperatura se mantiene a 270-300°C, de forma que la conversión del etanol quede limitada al 30-50%. Con ello se consigue una selectividad en acetaldehído del 90% - 95%. Como subproductos se obtienen Crotonaldehído, acetato de etilo, alcoholes superiores y etileno. El hidrógeno que se produce simultáneamente se puede utilizar directamente para hidrogenaciones a causa de su pureza.

### Paso 2:

Si se realiza la deshidrogenación del etanol en presencia de aire o  $O_2$  (por ejemplo, según el proceso Veba), la combustión simultánea del hidrógeno formado proporciona el calor necesario para la deshidrogenación (oxidodeshidrogenación o deshidrogenación autotérmica):

En los procesos industriales se prefieren para la oxidodeshidrogenación catalizadores de plata en forma de redes metálicas o rellenos cristalinos. Los vapores de etanol mezclados con aire se dirigen sobre el catalizador a 3 bares y a  $450-550^{\circ}C$ . De acuerdo con la cantidad de aire se establece una temperatura a la cual el calor de oxidación compensa el calor necesario para la deshidrogenación. Según la temperatura de reacción resulta una conversión del etanol del 30-50%, por paso, con una selectividad de un 85-95%. Como subproductos se obtienen ácido acético, ácido fórmico, acetato de etilo, CO y  $CO_2$ .

En ambas modificaciones del proceso se separa el acetaldehído del alcohol sin transformar y subproductos, y se purifica por diferentes lavados y destilaciones. El etanol recuperado se emplea de nuevo en la reacción.

En 1994 sólo el 13% de la capacidad de producción de acetaldehído de Europa Occidental se basaba en este proceso. La última planta de producción de acetaldehído a partir de etanol se cerró en 1983. En Japón el acetaldehído sólo se produce por oxidación directa del etileno.

### 6.1.2- Acetaldehído a partir de oxidación de alcanos (C3/C4)

La oxidación de butano para obtener acetaldehído se lleva a cabo utilizando el método de oxidación catalítica en fase vapor.

Los materiales y reactivos que se necesitan para llevar a cabo esta reacción son:

- Butano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>)
- Oxígeno (O<sub>2</sub>)
- Vapor de agua (H<sub>2</sub>O)
- Catalizador de óxido de molibdeno (MoO<sub>3</sub>)

#### Pasos para la oxidación de butano para obtener acetaldehído

1. Preparación del catalizador: El catalizador de óxido de molibdeno se prepara calentando MoO<sub>3</sub> en un horno a una temperatura de alrededor de 500°C durante varias horas. Después de enfriarse, se tamiza para obtener partículas uniformes de tamaño y se guarda en un recipiente hermético hasta su uso.
2. Preparación del reactor: El reactor se llena con el catalizador preparado en el paso 1 y se ajusta la temperatura del reactor a alrededor de 450°C. Se introduce vapor de agua en el reactor para saturar el catalizador.
3. Introducción de butano y oxígeno: Se introduce una mezcla de butano y oxígeno en el reactor en una proporción estequiométrica (1 mol de butano por 2,5 moles de oxígeno) y se mezcla con el vapor de agua.
4. Inicio de la reacción: Se enciende un quemador en el fondo del reactor para iniciar la reacción de oxidación catalítica. La temperatura del reactor se mantiene constante durante la reacción.
5. Recolección del producto: El acetaldehído se recolecta en un condensador después de salir del reactor. El resto de los gases se eliminan.
6. Purificación del producto: El acetaldehído recolectado se purifica mediante destilación y se obtiene el producto final.

#### Desventajas del proceso

- La reacción es altamente exotérmica, lo que significa que puede generar grandes cantidades de calor y puede ser peligrosa si no se controla adecuadamente.
- El proceso puede ser complicado debido a la necesidad de ajustar la relación de los reactantes y la temperatura del reactor.
- El proceso requiere un alto grado de control de la temperatura y la presión para garantizar una reacción eficiente y segura.

- Los subproductos y contaminantes no deseados pueden reducir la eficiencia y la pureza del acetaldehído producido, lo que requiere un proceso de purificación adicional.

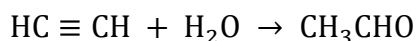
Es importante destacar que el proceso de producción de acetaldehído a partir de la oxidación de alcanos es un proceso complejo y altamente especializado, que requiere equipos y tecnologías avanzadas, así como una cuidadosa atención a la seguridad y el medio ambiente.

### 6.1.3- Acetaldehído a partir de hidratación de acetileno

La hidratación de acetileno constituyó la principal vía de producción comercial de acetaldehído desde 1916 hasta mediados de la década de los setenta, cuando este proceso fue prácticamente reemplazado por la oxidación directa del etileno.

El acetileno de alta pureza y a una presión de 103.4 kPa (15 psi) se hace pasar a través de un reactor vertical que contiene la solución catalítica de sales de mercurio en ácido sulfúrico al 18-25% y a una temperatura de entre 70-90°C. La conversión del acetileno por paso es del 55%.

La reacción que tiene lugar es la siguiente:



Los gases de salida del reactor se enfrían y se pasan a una columna de absorción, en la que, con agua, se recupera el acetaldehído que pueda permanecer en fase vapor. El acetaldehído crudo

se purifica posteriormente mediante destilación y el exceso de acetileno que sale por cabezas de la columna de absorción se recircula al reactor.

Los gases de salida del reactor se enfrían y se pasan a una columna de absorción, en la que, con agua, se recupera el acetaldehído que pueda permanecer en fase vapor. El acetaldehído crudo se purifica posteriormente mediante destilación y el exceso de acetileno que sale por cabezas de la columna de absorción se recircula al reactor.

El catalizador fresco se introducía al reactor de manera periódica en forma de mercurio metal, si bien es sabido que la actividad catalítica se debe a los complejos iónicos a los que da lugar. El consumo de mercurio es de alrededor del 0,1% relativamente al acetaldehído formado. Durante la reacción, los iones catalíticos de mercurio (+2) se reducen a sulfato de mercurio (+1), catalíticamente inactivo y a mercurio metálico, dando lugar a unos lodos que deben ser retirados periódicamente del reactor. La velocidad de agotamiento del catalizador y, por tanto, la cantidad de lodos generados se puede reducir añadiendo a la solución catalítica iones hierro (+3) que actúan reoxidando los iones mercurio (+1) a iones mercurio (+2), la especie catalíticamente activa.

Los lodos retirados del reactor son tratados antes de volver a introducirlos. Los lodos se desgasifican, se filtran, se tratan con ácido nítrico (para reoxidar las sales ferrosas a hierro metal) y, por último, se les eliminan los óxidos de nitrógeno.

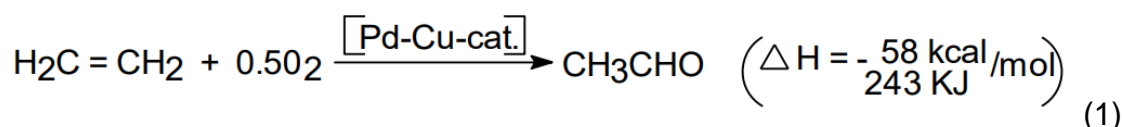
A pesar de que la hidratación del acetileno para producir acetaldehído es una reacción química muy útil, tiene algunas desventajas que se deben tener en cuenta.

1. Costos elevados: La producción de ácido sulfúrico o ácido fosfórico puede ser costosa, lo que hace que el proceso de hidratación del acetileno para producir acetaldehído sea relativamente caro.
2. Problemas de seguridad: El acetileno es un gas altamente inflamable y explosivo que requiere un manejo cuidadoso durante el proceso de hidratación para evitar explosiones o incendios.
3. Problemas ambientales: La hidratación del acetileno puede generar grandes cantidades de ácido sulfúrico o ácido fosfórico como subproducto, lo que puede ser perjudicial para el medio ambiente si no se manejan adecuadamente.
4. Baja selectividad: En algunos casos, la hidratación del acetileno puede producir otros productos además de acetaldehído, lo que reduce la selectividad del proceso y disminuye el rendimiento.
5. Limitaciones en la producción a gran escala: Aunque la hidratación del acetileno para producir acetaldehído es un proceso eficiente a pequeña escala, a gran escala puede ser difícil de controlar debido a los problemas de seguridad y las limitaciones en la cantidad de reactivo que se puede manejar.

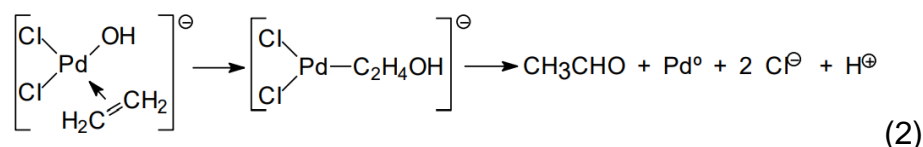
#### 6.1.4- Acetaldehído a partir de la oxidación del etileno

En 1894, F.C. Phillips observó que las sales de platino podían oxidar selectivamente el etileno, lo que resultaba en la obtención de acetaldehído y la reducción simultánea del platino a su forma metálica. Sin embargo, fue el descubrimiento posterior de un proceso catalítico mediante un sistema rédox por parte de Wacker lo que permitió el desarrollo de una tecnología adecuada para la producción industrial a gran escala de acetaldehído. Actualmente, el proceso Wacker-Hoechst es responsable del 85% de la producción mundial de acetaldehído.

El proceso Wacker-Hoechst se basa en una oxidación directa exotérmica, favorecida por un catalizador de paladio y cobre, como se muestra en la reacción:



El catalizador utilizado consta de PdCl<sub>2</sub> y CuCl<sub>2</sub>. El paladio funciona como catalizador, ya que toma parte en la formación de un complejo con el etileno. Los pasos elementales de la reacción son la formación de un complejo π, el reordenamiento a un complejo σ y su posterior disociación en los productos finales. Estos tres pasos se representan a continuación:

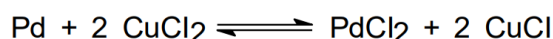
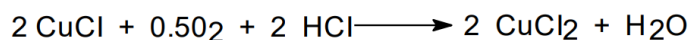


La función del CuCl<sub>2</sub> es la de volver a oxidar el paladio, de su estado de valencia cero al estado divalente. Aunque sería posible utilizar otros agentes oxidantes, el cobre ofrece la ventaja de que el Cu<sup>+</sup> se oxida fácilmente en presencia de oxígeno a Cu<sup>+2</sup>.

La ecuación (1) es el resultado de las distintas reacciones que ocurren. Estas pueden dividirse en la oxidación rápida de la olefina:



Y la regeneración del catalizador, que limita la velocidad del proceso:



Ajustando el contenido de HCl, es posible regular la velocidad de ambas reacciones parciales y acelerar la regeneración mediante una concentración mayor de HCl. Esto permite utilizar requerir cantidades mínimas de paladio si se utiliza CuCl<sub>2</sub> en exceso.

La producción industrial a gran escala de acetaldehído se lleva a cabo en un sistema bifásico gas-líquido. En este proceso, los reactivos gaseosos como etileno, aire u oxígeno reaccionan con una disolución acuosa de catalizadores clorhídricos en un reactor de columna de insuflación construido con titanio o recubierto de cerámica.

Se desarrollaron procesos distintos en función de si se utiliza oxígeno o aire para la oxidación. Estos procesos son el de una etapa y el de dos etapas:

- 1. Proceso de una etapa:** Este proceso fue propuesto por Hoechst, y se utiliza O<sub>2</sub> como agente oxidante. Se utiliza un solo reactor, donde se producen de forma simultánea la oxidación del etileno y la regeneración del catalizador.

En el proceso de una sola etapa, el etileno y el oxígeno se alimentan a una presión de 4 bares y a una temperatura de 120-130 °C a través de la disolución catalítica. La conversión del etileno oscila entre el 35% y el 45%, y el calor liberado durante la reacción se utiliza para destilar el acetaldehído y el agua de la disolución catalítica, que se evapora y se recircula en un circuito cerrado en la zona de reacción. Como resultado, se introducen aproximadamente 2,5-3 m<sup>3</sup> de agua por tonelada de acetaldehído producido en el ciclo. Para evitar un aumento de los gases inertes en el reactor y la pérdida de etileno por expulsión, es necesario utilizar etileno y oxígeno puros con una pureza del 99,9% en volumen.

- 2. Proceso en dos etapas:** En este proceso se utilizan reactores separados para la oxidación y la regeneración. Se alimenta aire como agente oxidante. El proceso fue propuesto por Wacker-Chemie.

En el proceso de dos etapas se hace reaccionar el etileno con la disolución catalítica a 105-110 °C y 10 bar hasta que casi se transforma por completo. Luego de la expansión y destilación de la mezcla acetaldehído/agua, la disolución catalítica se transfiere al reactor de oxidación, donde se regenera con aire a 100 °C y 10 bares antes de volver al reactor inicial. Como resultado, el aire utilizado sufre un consumo profundo de O<sub>2</sub> y se produce un gas residual con un alto contenido de N<sub>2</sub>, que se puede recuperar y utilizar como gas inerte. A pesar de las ventajas de una transformación completa del etileno y del uso de aire, el inconveniente es que se requieren inversiones elevadas para el sistema de doble reactor, junto con el empleo de altas presiones y el trasvase de catalizador.

En ambos procesos, el acetaldehído bruto acuoso se concentra y purifica mediante una destilación de dos etapas que lo libera de subproductos, como el ácido acético, el aldehído protónico y compuestos clorados. En ambos casos, las selectividades son prácticamente iguales, alcanzando el 94%.

## **6.2- Análisis de las ventajas y desventajas de cada uno**

Para seleccionar el método de obtención es conveniente analizar la capacidad instalada a nivel global. En 1994, solo una pequeña fracción (aproximadamente el 13%) de la capacidad de producción de acetaldehído en Europa Occidental se producía a partir de deshidrogenación de etanol. La última planta en los Estados Unidos que usaba este método se cerró en 1983. En Japón, el acetaldehído solo se produce mediante la oxidación directa del etileno. Por ser una tecnología en declive, se descarta la deshidrogenación de etanol como opción para producir acetaldehído en el presente proyecto.

El proceso a partir de C3/C4 es costoso y técnicamente más complejo debido a las condiciones de temperatura y presión que se requieren (425-460 °C y 7-20 bar). Adicional a esto, separar la mezcla de productos oxidados que resulta de este proceso (que puede contener cerca de 40 subproductos) requiere una costosa y altamente compleja mezcla de destilaciones simples, extractivas y azeotrópicas. Debido a lo expuesto, se descarta el método a partir de C3/C4 para producir acetaldehído.

El proceso Wacker-Hoechst, que produce acetaldehído a partir de la oxidación de etileno, fue ideado en 1956 y la primera planta industrial que utilizó este proceso fue construida en 1960. Desde entonces el proceso ha sido ampliamente probado y mejorado, desplazando a los métodos alternativos (como deshidrogenación de etanol, entre otros). Actualmente el proceso Wacker-Hoechst es utilizado para producir el 85% del acetaldehído del mundo.

### **Conclusión**

Las condiciones de operación del proceso Wacker-Hoechst son moderadas respecto a los procesos alternativos y se generan menos subproductos que en otros métodos. Además, es el método preferido a nivel global para producir acetaldehído, lo cual implica que la eficacia del proceso ha sido demostrada a lo largo del tiempo y existe mayor cantidad de información disponible. Debido a lo expuesto, se elige el proceso Wacker-Hoechst como ruta de síntesis.



### 6.3- Patentes

Existen principalmente dos tecnologías usadas para conseguir la ruta de síntesis propuesta por el proceso Wacker-Hoechst. El proceso planteado por Wacker Chemie parte de etileno y oxígeno, y utiliza un solo reactor para producir todas las reacciones, mientras que el proceso desarrollado por Hoechst utiliza dos reactores, en uno se lleva a cabo la oxidación del etileno y en el otro reactor ocurre la regeneración del catalizador de paladio.

**Proceso:** Oxidación directa de etileno en una etapa.

**Patente:** US 4,237,073.

**Descripción:** Registrado en la Oficina de Patentes de Estados Unidos bajo el número 4,237,073. Se basa en adaptar a escala industrial la oxidación directa de etileno en presencia de oxígeno que fue expuesta por Jira, Blau y Grimm en Hydrocarbon Processing, marzo 1976, páginas 97 a 100. El proceso es de una etapa, es decir que la oxidación de del etileno para formar acetaldehído, y la regeneración del catalizador de paladio por acción del cobre ocurren en un solo reactor. El diagrama de proceso planteado en la patente es el siguiente.

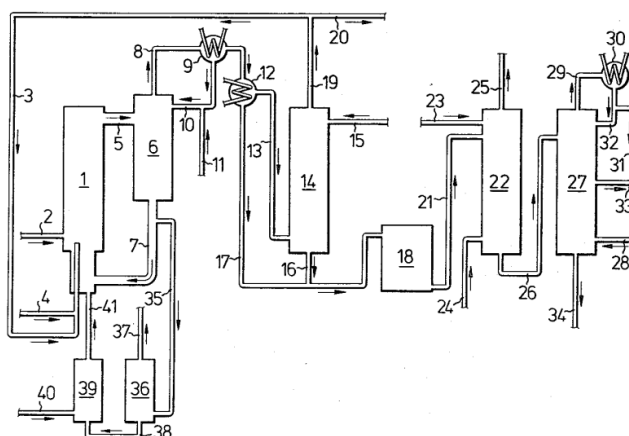


Figura 7 - Fuente: Patente US 4.237.073.

La oxidación de etileno por acción del oxígeno en presencia de una solución acuosa de  $\text{PdCl}_2$  y  $\text{CuCl}_2$  ocurre en el reactor (1), que es el corazón del proceso. El paladio tiene la función de catalizador, que se reduce en la reacción y se vuelve a oxidar (se regenera) por acción del cobre. Este último proceso también ocurre dentro del reactor (1), de ahí que este proceso se llame “de una etapa”. La fracción líquida de los productos de reacción se recirculan al reactor, y la fase gaseosa pasa a las columnas de destilación (22) y (27). El acetaldehído puro sale como producto de cabeza por la corriente (29), después de haber sido condensado en el condensador (30).

La reacción se lleva a cabo a 120-130 °C y 4 bar. El rendimiento de la reacción es de 95%.

**Proceso:** Oxidación directa de etileno en dos etapas.

**Patente:** US 4,521,631.

**Descripción:** La principal diferencia de esta versión del proceso Wacker-Hoechst es que utiliza aire como oxidante. Se alimenta el etileno y la solución catalítica al reactor a 115-110 °C y 10 bar. El efluente del reactor pasa a un flash, donde la fase líquida (que consiste esencialmente de catalizador) pasa al reactor de regeneración. Después de separar gases de desecho (principalmente nitrógeno), el catalizador regenerado se regresa a la primera etapa de conversión. El acetaldehído puro se obtiene después de ser separado en dos columnas de destilación. El rendimiento de la reacción es de 95%.

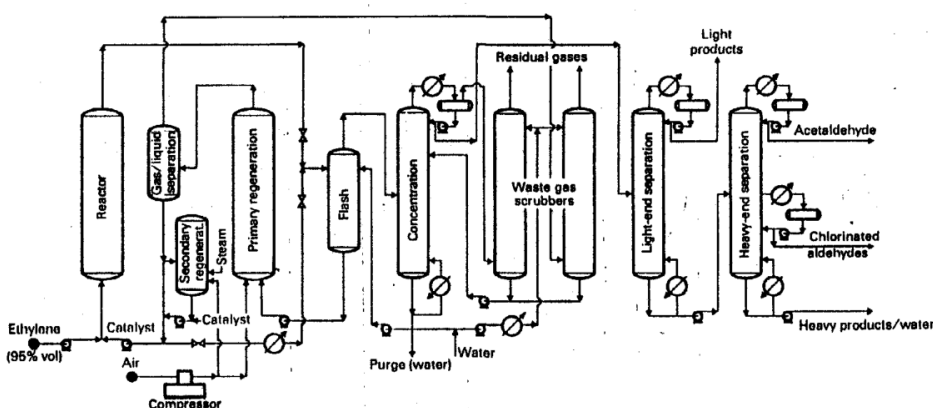


Figura 8 - Fuente: Chauvel, A. Petrochemical Processes Vol. 2.

#### 6.4- Selección de tecnología

El proceso de dos pasos tiene la desventaja de una mayor inversión, debido a que se basa en un sistema de doble reactor. Además, se requiere una presión más alta y una mayor circulación de catalizador.

En ambos procesos los rendimientos son iguales a 95%. En general, la elección se ve determinada por la disponibilidad de los reactivos, el proceso en dos etapas sólo es competitivo cuando el acceso a  $O_2$  puro es económicamente desfavorable.

#### Conclusión

Existe disponibilidad de materia prima para el proceso de una etapa, ya que en Argentina existen distintos productores de gases que producen  $O_2$ . El proceso de una etapa requiere menor inversión, las condiciones de operación son más favorables ya que se trabaja a menor presión y es operativamente menos complejo ya que hay menor circulación de catalizador. Debido a los motivos expuestos se decide optar por el proceso de una etapa.

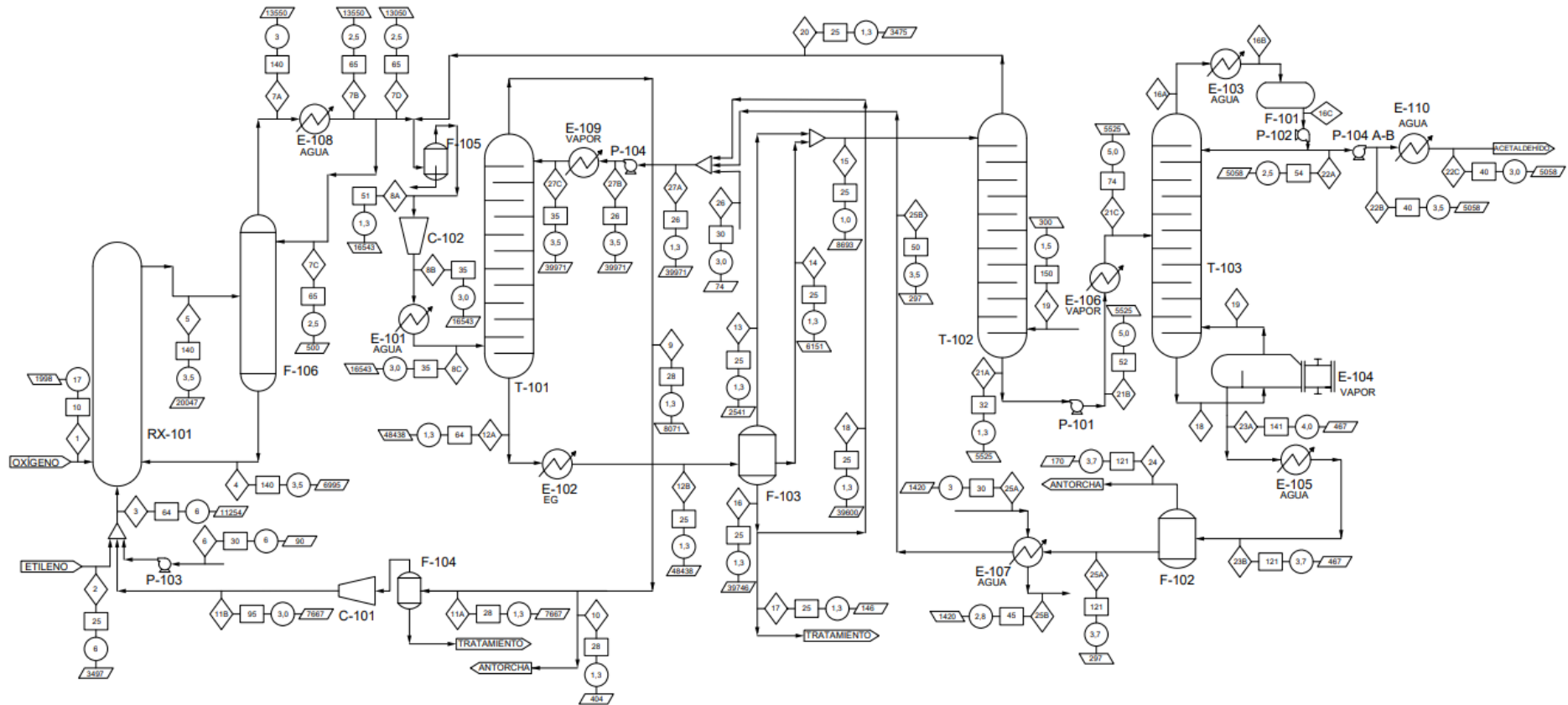
## 6.5- Descripción detallada del proceso elegido.

El proceso de obtención de acetaldehído a partir de etileno y oxígeno se realiza en una etapa mediante el uso de un reactor catalítico bifásico, una columna de absorción y dos columnas de destilación. El reactor recibe alimentación continua de etileno gas y oxígeno de alta pureza (mayor a 99%), así como de una corriente de gas recirculado (etileno y oxígeno), y contiene una solución acuosa de PdCl<sub>2</sub> y CuCl<sub>2</sub>, que funciona como catalizador de la reacción. El reactor opera a 130°C y 4 bar de presión, y la conversión por paso respecto al etileno es del 30%. La corriente de salida del reactor ingresa al capturador de nieblas, donde se generan dos corrientes, una líquida compuesta por la solución catalítica, la cual se recircula al reactor, y otra de naturaleza gaseosa, que posee el producto principal y las materias primas que no se consumieron.

Después de salir del separador, la corriente de gas que contiene acetaldehído, etileno, oxígeno y otros compuestos es enfriada en un intercambiador de calor, donde una parte es recirculada al capturador de nieblas. Al resto de la corriente, se le aumenta la presión y se enfría nuevamente antes de ingresar a la columna de absorción, donde se alimenta agua para separar el acetaldehído y otros compuestos afines. Por el tope de la columna de absorción salen una mezcla gaseosa formada por etileno sin reaccionar y oxígeno e inertes los cuales son recirculados al reactor. Por otro lado, los condensados, incluyendo el acetaldehído, alimentan la primera columna de destilación. En dicha columna, a través de un arrastre con vapor, se eliminan por tope los gases disueltos y las sustancias con bajo punto de ebullición, que se mezcla con la corriente que reingresa a la columna de absorción.

El fondo de dicha columna se dirige a una segunda columna de destilación, la columna de rectificación. El producto sale por la parte superior a una pureza del 99% en peso y se envía al área de almacenamiento, mientras que la salida inferior, compuesta principalmente por agua y crotonaldehído, se la enfría para ser introducida dentro de un equipo flash, donde se separa el crotonaldehído, que es enviado a la antorcha, del agua que se recircula para ser aprovechada en la torre de absorción.

## 6.6 - PFD y balance de materia.



	1		2		3		4		5	
	T (°C)	10	T (°C)	25	T (°C)	64	T (°C)	140	T (°C)	140
	P (km/cm2)	17,0	P (km/cm2)	6,0	P (km/cm2)	6,0	P (km/cm2)	3,5	P (km/cm2)	3,5
Compuesto	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción
Etileno	0	0,00	3497	1,00	7764	0,69	0	0,00	4492	0,22
Oxigeno	1998	1,00	0	0,00	3171	0,28	0	0,00	3338	0,17
Acetaldehído	0	0,00	0	0,00	4	0,00	0	0,00	5000	0,25
Crotonaldehído	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	175	0,01
Agua	0	0,00	0	0,00	225	0,02	6883	0,98	6930	0,35
Cloruro de Paladio (II)	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,00	1	0,00
Cloruro de cobre (II)	0	0,00	0	0,00	0	0,00	111	0,02	111	0,01
Ácido clorhídrico	0	0,00	0	0,00	90	0,01	0	0,00	0	0,00
<b>Total</b>	<b>1998</b>	<b>1,00</b>	<b>3497</b>	<b>1,00</b>	<b>11254</b>	<b>1,00</b>	<b>6995</b>	<b>1,00</b>	<b>20047</b>	<b>1,00</b>
	6		7A		7B		7C		7D	
	T (°C)	30	T (°C)	140	T (°C)	65	T (°C)	65	T (°C)	65
	P (km/cm2)	6,0	P (km/cm2)	3,0	P (km/cm2)	2,5	P (km/cm2)	2,5	P (km/cm2)	2,5
Compuesto	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción
Etileno	0	0,00	4664	0,34421	4664	0,34	172	0,34	4492	0,34
Oxigeno	0	0,00	3466	0,25579	3466	0,26	128	0,26	3338	0,26
Acetaldehído	0	0,00	5192	0,38314	5192	0,38	192	0,38	5000	0,38
Crotonaldehído	0	0,00	182	0,01341	182	0,01	7	0,01	175	0,01
Agua	0	0,00	47	0,00345	47	0,00	2	0,00	45	0,00
Cloruro de Paladio (II)	0	0,00	0	0,00000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Cloruro de cobre (II)	0	0,00	0	0,00000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Ácido clorhídrico	90	1,00	0	0,00000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>1,00</b>	<b>13550</b>	<b>1,00</b>	<b>13550</b>	<b>1,00</b>	<b>500</b>	<b>1,00</b>	<b>13050</b>	<b>1,00</b>
	8A		8B		8C		9		10	
	T (°C)	51	T (°C)	35	T (°C)	VER	T (°C)	28	T (°C)	28
	P (km/cm2)	1,3	P (km/cm2)	3,0	P (km/cm2)	VER	P (km/cm2)	1,3	P (km/cm2)	1,3
Compuesto	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción
Etileno	4725	0,29	4725	0,28563	4725	0,29	4492	0,56	225	0,56
Oxigeno	3358	0,20	3358	0,20299	3358	0,20	3338	0,41	167	0,41
Acetaldehído	8223	0,50	8223	0,49707	8223	0,50	4	0,00	0	0,00
Crotonaldehído	191	0,01	191	0,01156	191	0,01	0	0,00	0	0,00
Agua	45	0,00	45	0,00275	45	0,00	237	0,03	12	0,03
Cloruro de Paladio (II)	0	0,00	0	0,00000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Cloruro de cobre (II)	0	0,00	0	0,00000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Ácido clorhídrico	0	0,00	0	0,00000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<b>Total</b>	<b>16543</b>	<b>1,00</b>	<b>16543</b>	<b>1,00</b>	<b>16543</b>	<b>1,00</b>	<b>8071</b>	<b>1,00</b>	<b>404</b>	<b>1,00</b>
	11A		11B		12A		12B		13	
	T (°C)	28	T (°C)	95	T (°C)	64	T (°C)	25	T (°C)	25
	P (km/cm2)	1,3	P (km/cm2)	3,0	P (km/cm2)	1,3	P (km/cm2)	1,3	P (km/cm2)	1,3
Compuesto	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción
Etileno	4267	0,56	4267	0,36670	233	0,00	233	0,00	223	0,09
Oxigeno	3171	0,41	3171	0,20954	20	0,00	20	0,00	20	0,01
Acetaldehído	4	0,00	4	0,04861	8218	0,17	8218	0,17	2257	0,89
Crotonaldehído	0	0,00	0	0,36298	191	0,00	191	0,00	14	0,01
Agua	225	0,03	225	0,01217	39776	0,82	39776	0,82	27	0,01
Cloruro de Paladio (II)	0	0,00	0	0,00000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Cloruro de cobre (II)	0	0,00	0	0,00000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Ácido clorhídrico	0	0,00	0	0,00000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<b>Total</b>	<b>7667</b>	<b>1,00</b>	<b>7667</b>	<b>1,00</b>	<b>48438</b>	<b>1,00</b>	<b>48438</b>	<b>1,00</b>	<b>2541</b>	<b>1,00</b>

	14		15		16		17		18	
	T (°C)	25	T (°C)	25	T (°C)	25	T (°C)	25	T (°C)	25
	P (km/cm2)	1,3	P (km/cm2)	1,3	P (km/cm2)	1,3	P (km/cm2)	1,3	P (km/cm2)	1,3
Compuesto	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción
Etileno	10	0,00	233	0,02683	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Oxigeno	0	0,00	20	0,00232	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Acetaldehído	5961	0,97	8218	0,94541	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Crotonaldehído	177	0,03	191	0,02200	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Agua	3	0,00	30	0,00345	39746	1,00	146	1,00	39600	1,00
Cloruro de Paladio (II)	0	0,00	0	0,00000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Cloruro de cobre (II)	0	0,00	0	0,00000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Ácido clorhídrico	0	0,00	0	0,00000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<b>Total</b>	<b>6151</b>	<b>1,00</b>	<b>8693</b>	<b>1,00</b>	<b>39746</b>	<b>1,00</b>	<b>146</b>	<b>1,00</b>	<b>39600</b>	<b>1,00</b>
	19		20		21A		21B		21C	
	T (°C)	150	T (°C)	25	T (°C)	32	T (°C)	52	T (°C)	74
	P (km/cm2)	1,5	P (km/cm2)	1,3	P (km/cm2)	1,3	P (km/cm2)	5,0	P (km/cm2)	5,0
Compuesto	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción
Etileno	0	0,00	233	0,06710	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Oxigeno	0	0,00	20	0,00580	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Acetaldehído	0	0,00	3211	0,92381	5008	0,91	5008	0,91	5008	0,91
Crotonaldehído	0	0,00	11	0,00329	180	0,03	180	0,03	180	0,03
Agua	300	1,00	0	0,00000	338	0,06	338	0,06	338	0,06
Cloruro de Paladio (II)	0	0,00	0	0,00000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Cloruro de cobre (II)	0	0,00	0	0,00000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Ácido clorhídrico	0	0,00	0	0,00000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<b>Total</b>	<b>300</b>	<b>1,00</b>	<b>3475</b>	<b>1,00</b>	<b>5525</b>	<b>1,00</b>	<b>5525</b>	<b>1,00</b>	<b>5525</b>	<b>1,00</b>
	22		23A		23B		24		25A	
	T (°C)	54	T (°C)	141	T (°C)	121	T (°C)	121	T (°C)	121
	P (km/cm2)	3,0	P (km/cm2)	4,0	P (km/cm2)	3,7	P (km/cm2)	3,7	P (km/cm2)	3,7
Compuesto	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción
Etileno	0	0,00	0	0,00000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Oxigeno	0	0,00	0	0,00000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Acetaldehído	5008	0,99	0	0,00000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Crotonaldehído	51	0,01	129	0,27652	129	0,28	129	0,76	0	0,00
Agua	0	0,00	338	0,72348	338	0,72	41	0,24	297	1,00
Cloruro de Paladio (II)	0	0,00	0	0,00000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Cloruro de cobre (II)	0	0,00	0	0,00000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Ácido clorhídrico	0	0,00	0	0,00000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<b>Total</b>	<b>5058</b>	<b>1,00</b>	<b>467</b>	<b>1,00</b>	<b>467</b>	<b>1,00</b>	<b>170</b>	<b>1,00</b>	<b>297</b>	<b>1,00</b>
	25B		26		27A		27B		27C	
	T (°C)	50	T (°C)	30	T (°C)	26	T (°C)	26	T (°C)	35
	P (km/cm2)	3,5	P (km/cm2)	3,0	P (km/cm2)	1,3	P (km/cm2)	3,5	P (km/cm2)	3,5
Compuesto	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción	Caudal (kg/h)	fracción
Etileno	0	0,00	0	0,00000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Oxigeno	0	0,00	0	0,00000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Acetaldehído	0	0,00	0	0,00000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Crotonaldehído	0	0,00	0	0,00000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Agua	297	1,00	74	1,00000	39971	1,00	39971	1,00	39971	1,00
Cloruro de Paladio (II)	0	0,00	0	0,00000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Cloruro de cobre (II)	0	0,00	0	0,00000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Ácido clorhídrico	0	0,00	0	0,00000	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<b>Total</b>	<b>297</b>	<b>1,00</b>	<b>74</b>	<b>1,00</b>	<b>39971</b>	<b>1,00</b>	<b>39971</b>	<b>1,00</b>	<b>39971</b>	<b>1,00</b>

## 7- INGENIERIA BÁSICA

### 7.1 – Límites de batería

Determinación de las bases de diseño principales en los límites de la batería

#### Materia Prima

- ETILENO; 3.496,50 kg/h

Se recibe a 25°C y 3 atm, por ducto con una pureza del 99%; el proveedor es PBB Polisur.

- OXÍGENO: 1.998,00 kg/h

Se recibe a 10°C y 17 atm, por ducto con una pureza del 99%; el proveedor es Air Liquid.

#### Insumos

- ÁCIDO CLORHÍDRICO: 90 kg/h (64,8 tn/mes)

Se recibe a temperatura y presión ambiental, por camiones a con una concentración del 30%; el proveedor es Química Industrial Bahiense S.A.

#### Producto

Según la capacidad definida en la sección de Estudio de Mercado, la planta producirá unas 40.000 t/a de Acetaldehído.

- ACETALDEHÍDO: 40.000 t/a

Se entrega a temperatura y presión ambiental, por camiones.

#### Utilities

Para el correcto funcionamiento de la planta se requiere de servicios auxiliares tales como:

- AGUA DE ENFRIAMIENTO: 2.160 t/h

Se recibe del Parque Industrial Bahía Blanca a 29°C y 4  $kg/cm^2$  atm; se entrega a 45°C y 2  $kg/cm^2$  al Parque Industrial Bahía Blanca

- AGUA DESMINERALIZADA: 40 tn/h

Se recibe del Parque Industrial Bahía Blanca a presión y temperatura ambiente. El sistema requiere 40 tn/h de agua desmineralizada, de la cual se recircula el 99%.

- CIRCUITO CERRADO DE ETILENGLICOL AL 30%: 48,1 t/h

Se requiere de un circuito que garantice la circulación de 48,1 t/h a Etilenglicol a  $-10^{\circ}\text{C}$  y  $3\text{ kg/cm}^2$ .

- VAPOR DE BAJA: 2,3 t/h

Se recibe a del Parque Industrial Bahía Blanca a  $150^{\circ}\text{C}$  y  $1,5\text{ kg/cm}^2$ ; se entrega a  $124^{\circ}\text{C}$  y  $1\text{ kg/cm}^2$  al Parque Industrial Bahía Blanca

- VAPOR DE MEDIA: 0,15 t/h

Se recibe del Parque Industrial Bahía Blanca a  $250^{\circ}\text{C}$  y  $17\text{ kg/cm}^2$ ; se entrega a  $200^{\circ}\text{C}$  y  $10\text{ kg/cm}^2$  al Parque Industrial Bahía Blanca



## 7.2 - Diseño de Columna Absorbedora T-101

En este proceso de transferencia de materia lo que se busca es poner en contacto directo una mezcla gaseosa, conocida como carga, con un agente de separación en estado líquido. Este agente permite así la eliminar componentes no deseados de una corriente.

El contacto de las dos fases se lleva a cabo por acción de la fuerza gravitatoria a través de una columna de relleno (aparato de contacto diferencial), donde ambas están en contacto continuo. La carga ingresa por la parte inferior y el disolvente líquido se distribuye desde la parte superior de la misma.

### Diseño del equipo

La selección del solvente más adecuado para la absorción de acetaldehído se lleva a cabo según las consideraciones económicas que implica, tanto al sistema de absorción como al de tratamiento del disolvente, y dada la abundancia de datos disponibles en la bibliografía, se elige como disolvente al agua.

Fluido		Acetaldehido		Agua	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
N° de corriente		8C	9	27C	12A
Flujo másico	kg/h	16533	8073	39884	48344
Presión	kg/cm <sup>2</sup>	3	2,8	3,5	2,8
Temperatura	°C	35	36,5	35	64
Densidad	kg/m <sup>3</sup>	1,7	1,3	994	907
Viscosidad	cP	0,01	0,01	0,72	0,33

*Tabla 9 - Condiciones de operación de la columna*

**Balance de materia en la absorbidora:**

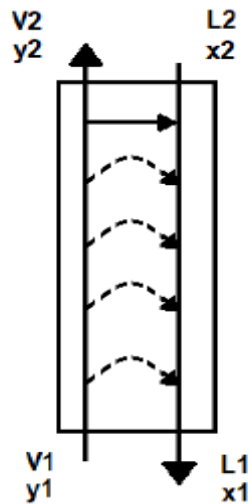


Figura 9 - Columna absorbidora. Fuente: Operaciones Unitarias II FRLP

$$V_1 y_1 + L_2 x_2 = V_2 y_2 + L_1 x_1$$

Donde:

$V_1$  es el caudal molar del gas de entrada.

$V_2$  es el caudal molar del gas de salida.

$L_1$  es el caudal molar del gas de salida.

$L_2$  es el caudal molar del gas de entrada.

$y$  es la razón molar de acetaldehído en el gas.

$x$  es la razón molar de acetaldehído el líquido.

Utilizando los valores de la constante de Henry, los datos de equilibrio y operación se calcula el líquido mínimo y, a su vez, el líquido operativo:

$$L_{min} = \frac{V * (y_1 - y_2)}{x_1^*} = \frac{468,13 \frac{kgmol}{h} * (0,50 - 0,0001)}{0,69} = 341,67 \frac{kgmol}{h}$$

$$L_{op} = L_{min} * F_{op} = 341,67 \frac{kgmol}{h} * 6,5 = 2220,83 \frac{kgmol}{h}$$

### Calculo hidráulico de la columna

Para el diseño hidráulico de la columna se eligió un relleno dispuesto al azar de anillos Raschig de cerámica de 2".

$$a' = 72,178 \frac{m^2}{m^3} \quad F = 0,65 \quad \varepsilon = 0,73$$

Donde:

$a'$  es el área superficial por unidad de volumen de relleno.

F es el factor de empaque.

$\varepsilon$  es la porosidad.

#### Velocidad de inundación

Utilizando la correlación de H. Sawistowsky

$$\ln \left( \frac{G_v^2 * a'}{g * \varepsilon^3 * \rho_l * \rho_g} \right) * \left( \frac{\mu_l}{\mu_{h2o}} \right)^2 = -4 * \left( \frac{L_{op}}{V} \right)^{\frac{1}{4}} * \left( \frac{\rho_g}{\rho_l} \right)^{\frac{1}{8}}$$

Donde:

$G_v$  es la velocidad de inundación.

$a'$  es el área superficial por unidad de volumen de relleno.

g es la aceleración debida a la gravedad.

$\varepsilon$  es la porosidad.

$\rho_l$  es la densidad del líquido.

$\rho_g$  es la densidad del gas.

$\mu_l$  es la viscosidad del líquido.

$\mu_g$  es la viscosidad del gas.

V es el caudal másico de la fase gaseosa.

L es el caudal másico de la fase líquida.

Haciendo uso de los valores obtenidos en la simulación para las propiedades de los fluidos se obtuvo que:

$$G_v = 9254 \frac{kg}{h m^2}$$

Una vez calculada la velocidad de inundación se procede a calcular el diámetro del equipo:

$$S = \frac{QWG}{QWGU} = 2,77 m^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = 1,88 m$$

Así, se debe cumplir que para una buena distribución del líquido se debe cumplir que,

$$D > 15d_r$$

Donde:

D es el diámetro de la columna.

d<sub>r</sub> es el diámetro equivalente de relleno.

$$1,88 m > 0,77 m$$

Así, el tamaño del relleno es satisfactorio.

### **Comprobación respecto a las condiciones de carga**

Para asegurar la correcta humectación del relleno durante la operación de la columna, el caudal masico por unidad de área se debe encontrar entre un valor máximo y un mínimo dado por los datos experimentales que se encuentran tabulados dependiendo tipo, materia y tamaño de relleno.

El caudal masico por unidad de área operativo es:

$$L'_{op} = \frac{L}{S}$$

$$L'_{op} = \frac{40008,30 \frac{kg}{h}}{2,77 m^2} = 14440,55 \frac{kg}{h m^2}$$

El caudal mínimo de humectación (CMH) determinado por Morris y Jackson se obtiene de tabla, dependiendo el tipo de relleno y el tamaño. En este caso,

$$CMH_{min} = 0,33 \frac{m^3}{h m}$$

$$L_{m min} = CMH_{min} * a' * \rho_l$$

$$L_{m min} = 0,33 \frac{m^3}{h m} * 72,178 \frac{m^2}{m^3} * 924,02 \frac{kg}{m^3} = 5335,50 \frac{kg}{h m^2}$$

Para el caudal máximo de humectación se utiliza el grafico de Morris y Jackson, donde:

La ordenada del grafico es:

$$Eje Y = Fa * \frac{V * \rho_l}{L * \rho_v}$$

Donde Fa se calcula de la siguiente manera:

$$Fa = \sqrt{\frac{\rho_v}{\rho_{aire}}}$$

Obteniendo,

$$Eje Y = 0,7 * \frac{16665 \frac{kg}{h} * 924,02 \frac{kg}{m^3}}{40008,30 \frac{kg}{h} * 1,709 \frac{kg}{m^3}} = 157,1$$

Luego, utilizando el grafico se obtiene que,

$$CMH_{max} = 0,33 \frac{m^3}{h m^2}$$

$$L_{h max} = 0,33 \frac{m^3}{h m^2} * 72,178 \frac{m^2}{m^3} * 924,02 \frac{kg}{m^3} = 22009 \frac{kg}{h m^2}$$

Por lo tanto, se comprueba que el relleno se encuentra correctamente humectado.

### Cálculo de la altura de relleno

La altura del relleno se calculó por medio del método de unidades de transferencia:

$$z = HOG * NOG$$

Donde el NOG es el número de unidades de transferencia y HOG es la altura de la unidad de transferencia.

Para el cálculo del NOG se utiliza el método de fuerza impulsora media logarítmica, obteniendo:

$$NOG = \frac{(y_1 - y_2)}{(y - y^*)_{ml}} = \frac{(y_1 - y_2)}{\ln\left(\frac{(y_1 - y_1^*) - (y_2 - y_2^*)}{\frac{(y_1 - y_1^*)}{(y_2 - y_2^*)}}\right)}$$
$$NOG = \frac{(0,5 - 0,0001)}{\ln\left(\frac{(0,5 - 0,077) - (0,0001 - 0)}{\frac{(0,5 - 0,077)}{(0,0001 - 0)}}\right)} = 9,87 = 10$$

Para la determinación de HOG se realiza el cálculo de la altura de unidad de transferencia con coeficientes, obteniendo:

$$HOG = \frac{V}{kga * a' * P}$$

Donde:

V flujo molar de gas de entrada.

Kga coeficiente de transferencia de masa.

a' es el área superficial por unidad de volumen de relleno.

P presión operación.

$$HOG = \frac{468,13 \frac{kgmol}{h}}{3,76 \frac{kgmol}{h atm} * 72,178 \frac{m^2}{m^3} * 2,9 atm} = 0,59 m$$

Por ende, teniendo en cuenta un sobredimensionamiento, se obtiene que la altura total del relleno es:

$$z = 10 * 0,59 \text{ m} * 1,1 + 0,3048 \text{ m} = 6,84 \text{ m}$$

### Cálculo de la pérdida de carga

La pérdida de carga se calcular en 2 etapas, primero la del relleno sin irrigar y después con el relleno irrigado.

Para calcular la pérdida de carga del relleno sin irrigar se utilizará el método de Carman donde:

$$\Delta P = \frac{U * a' * Z}{\varepsilon^3} * \frac{\rho_g * u^2}{g}$$

Donde:

a' es el área superficial por unidad de volumen de relleno.

Z la altura del relleno.

$\varepsilon$  la porosidad.

$\rho_g$  es la densidad del gas.

u es la velocidad del gas.

g es la aceleración de la gravedad.

Calculando,

$$Re = \frac{\rho_g * u}{a' * \mu_g} = \frac{1,709 \frac{kg}{m^3} * 0,98 \frac{m}{s}}{72,178 \frac{m^2}{m^3} * 0,011 \text{ CP}} = 2,1$$

$$U = \frac{5}{Re} + \frac{1}{Re^{0,1}} = \frac{5}{2,1} + \frac{1}{2,1^{0,1}} = 3,3$$

Obteniendo,

$$\Delta P = \frac{3,3 * 72,178 \frac{m^2}{m^3} * 6,84 \text{ m}}{0,73^3} * \frac{1,709 \frac{kg}{m^3} * \left(0,98 \frac{m}{s}\right)^2}{9,8 \frac{m}{s^2}} = 699 \frac{kg}{m^2}$$

Haciendo uso de un factor de corrección por efectos de pared, se obtuvo:

$$F_s = \frac{0,24}{d_r^{0,5}} = \frac{0,24}{(0,08 \text{ m})^{0,5}} = 1,06$$

$$\Delta P' = 699 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 1,06 = 742,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 0,07 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Para calcular la pérdida de carga para el relleno irrigado se utilizó el gráfico del Perry provisto para vendedores de rellenos donde se obtuvo Fl:

$$\Delta P_{\text{irrigado}} = Fl * \Delta P_{\text{seco}}$$

Utilizando la velocidad másica del gas y el gráfico del Perry, obtenemos:

$$V_g = \frac{16665 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}{2,77 \text{ m}^2} = 6015,05 \frac{\text{kg}}{\text{h m}^2}$$

De la bibliografía se obtiene que;

$$Fl = 1,8$$

$$\Delta P_{\text{irrigado}} = 1,8 * 742,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 1337 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 0,13 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\frac{\Delta P_{\text{irrigado}}}{Z} = 195,5 \frac{\text{kg} - \text{m}^2}{\text{m}} = 0,02 \frac{\text{kg} - \text{cm}^2}{\text{m}}$$



### Altura total del equipo

Habiendo calculado todos los datos operacionales de la absorbedora, se procede a calcular la altura del equipo y sus respectivos espesores.

Relleno:	6,84	m
Dist. Gas:	0,12	m
Dist. Liq:	0,08	m
Plato soporte:	0,06	m
Casquetes:	1,20	m
Total:	8,30	m

Tabla 10 - Datos operativos de la columna absorbedora

Comprobando la relación de altura con el diámetro, obtenemos:

$$Relacion \frac{L}{D} = \frac{10,32 \text{ m}}{2,32 \text{ m}} = 4,42$$

Por lo tanto, en base a la relación obtenida, se puede asegurar que el equipo tiene un dimensionamiento correcto, ya que, la relación está dentro de lo recomendado que es entre 3 y 5.

### Cálculo del espesor de pared

Los cálculos para espesores mínimos se realizaron utilizando la metodología, basada en las normas ASME sección VIII.

Utilizando la fórmula para el espesor mínimo:

$$t_r = \frac{P * R}{S * E - 0,6 * P} + C$$

Donde:

P es la presión de diseño (kg/cm<sup>2</sup> )

R el radio interno (mm)

S la presión máxima admisible por el material (kg/cm<sup>2</sup> )

C la tolerancia mínima por corrosión (mm)

E la eficiencia de la junta de soldaduras (adimensional).

La literatura recomienda usar un  $E = 0,85$  en la mayoría de los cilindros sometidos a presión interna. El valor de tolerancia mínima por corrosión es de 1,6 mm. Además, se indicará un sobre espesor de seguridad de 1,6 mm.

En la selección de accesorios, se decidió trabajar con casquetes semiesféricos de 600 mm de altura, que requieren el mismo espesor que el cuerpo.

Se selecciona acero al carbono ASME SA-515 Grado 60, el cual se utiliza en recipientes a presión para usos a temperaturas intermedias y elevadas. Este presenta una presión máxima admisible, S, de 1201 kg/cm<sup>2</sup>.

El acero seleccionado tendrá un recubrimiento interior de acero inoxidable 316 L (Tipo 316L A-240 (A358)), ya que es un material recomendado para resistir la corrosión debida al ácido clorhídrico que puede llegar a presentarse en la absorbidora. Este recubrimiento interior tendrá un espesor de 1 mm.

Finalmente, reemplazando en la ecuación:

$$t_r = \frac{7,293 \frac{kg}{cm^2} * 1149,5 mm}{1201 \frac{kg}{cm^2} * 0,85 - 0,6 * 7,293 \frac{kg}{cm^2}} + 1,6 mm = 9,84 mm$$

Y, adicionando el sobre espesor de seguridad de 1,6 mm y el recubrimiento de acero inoxidable de 1 mm, se obtiene el espesor final:

$$t_r = 9,84 mm + 1,6 mm + 1 mm = 12,45 mm$$

### Cálculo del peso del recipiente

Para saber el peso de la columna absorbedora, primero se debe calcular el peso del equipo vacío. Así que, a continuación, se calculará el peso del equipo vacío teniendo en cuenta que el material utilizado es acero al carbono ASME SA-515 Grado 60.

Peso de la carcasa:

$$P_{carcasa} = \frac{\pi}{4} * ((D_i + t * 2)^2 - D_i^2) * h * \rho$$

Donde:

D es el diámetro interno de la columna (m).

t es el grosor de la pared del equipo (m).

H es la altura del cilindro del equipo (m).

$\rho$  es la densidad del material (kg/m<sup>3</sup>).

Obteniendo,

$$P_{carcasa} = 4.200 kg$$

Peso del cabezal y el fondo semi esférico:

$$P_{c+f} = \frac{\pi}{12} * ((D_i + t * 2)^2 - D_i^2) * \rho$$

$$P_{c+f} = 592 kg$$

Peso columna vacía:

$$P_t = P_{carcasa} + P_{c+f} = 4788 \text{ kg}$$

Peso del equipo lleno de agua:

Para conocer el peso del equipo lleno de agua se deben sumar el peso total del equipo vacío y el peso del equipo lleno de agua. Para saber la cantidad de agua que puede albergar el equipo se deben calcular el volumen del cilindro, del cabezal esférico y del fondo esférico.

Volumen del cilindro:

$$V_{cilindro} = \frac{\pi}{4} * D_i^2 * h$$

$$V_{cilindro} = 19,66 \text{ m}^3$$

Volumen del cabezal y del fondo semi esférico:

$$V_{c+f} = \frac{\pi}{12} * D_i^3$$

$$V_{c+f} = 1,73 \text{ m}^3$$

Una vez calculado el volumen de la columna, se obtiene el volumen total:

$$V_t = V_{cilindro} + V_{cabezal} + V_{fondo}$$

$$V_t = 23,13 \text{ m}^3$$

Teniendo el volumen total es posible calcular el peso del equipo lleno de agua:

$$P_{equipo \text{ lleno de agua}} = P_{equipo \text{ vacio}} + V_{equipo} * \rho_{agua}$$

$$P_{equipo \text{ lleno de agua}} = 27917 \text{ kg}$$

## Hoja de datos de la absorbidora

UTN FRLP	INTEGRACIÓN V	HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE COLUMNA RELLENA			
DENOMINACIÓN: ABSORBEDOR DE ACETALDEHÍDO		FECHA: 25/2/2024			
UNIDAD: T-101		REVISIÓN:			
SERVICIO: ABSORBE ACETALDEHÍDO DE LA CORRIENTE DE CARGA		LOCACIÓN:			
DATOS GENERALES					
DENOMINACIÓN DE EQUIPO	Columna absorbidora rellena		Hoja	1 de 2	
FUNCIÓN	Absorber el acetaldehído de la corriente de carga para luego obtenerlo como producto.				
DATOS DE OPERACIÓN					
		ENTRADA FONDO	ENTRADA TOPE	SALIDA FONDO	SALIDA TOPE
FLUIDO		Gas de carga con acetaldehído	Agua	Agua con acetaldehído	Gas para recirculación
CAUDAL	kg/h	16665	39884	48344	8073
FASE VAPOR	%	100	0	0	100
TEMPERATURA	°C	35	35	64	37
PRESIÓN	kg-cm2	3	3	2,8	2,8
DENSIDAD	kg/m3	1,7	994	907	1,3
CAIDA DE PRESIÓN	kg-cm2/m	0,02			
DATOS DE CONSTRUCCION					
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	Acero al Carbono SA-515 Gd. 60		ESQUEMA DEL EQUIPO		
PRESION DE DISEÑO	kg-cm2	7,3			
TEMPERATURA DE DISEÑO	°C	80			
GEOMETRIA DEL CUERPO	Cilíndrico				
GEOMETRIA DE CABEZALES	Semi Esféricos				
PESO DE COLUMNA VACIA	kg	4788			
PESO CON AGUA	kg	27916			
ALTURA DEL CUERPO	mm	7096			
ALTURA DEL LECHO	mm	6840			
ALTURA DEL CABEZAL	mm	600			
ALTURA TOTAL	mm	8296			
DIAMETRO INTERNO	mm	1878			
ESPESOR DEL CUERPO	mm	13			
ESPESOR CASQUETES	mm	13			
CONEXIONES BRIDADAS	6				
ACCESORIO	Demister, distribuidores de gas y de liquido				
JUNTAS PARA ENTRADAS DE HOMBRES	2				
TIPO	BRIDADA/C-DAVIT				
OBSERVACIONES					
- Se trabaja a un 65% de la velocidad de gas en el punto de inundación					

UTN FRLP	INTEGRACIÓN V	HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE COLUMNA RELLENA	
DENOMINACIÓN: ABSORBEDOR DE ACETALDEHÍDO		FECHA: 25/2/2024	
UNIDAD: T-101		REVISIÓN:	
SERVICIO: ABSORBE ACETALDEHÍDO DE LA CORRIENTE DE CARGA		LOCACIÓN:	
DATOS GENERALES			
DENOMINACION DE EQUIPO	Columna absorbidora rellena	Hoja	2 de 2
FUNCIÓN	Absorber el acetaldehído de la corriente de carga para luego obtenerlo como producto.		
DATOS DE RELLENO			
ETAPAS TEORICAS	10		<p>Esquema del relleno</p>
TIPO DE RELLENO	Monturas Intalox		
MATERIAL DE RELLENO	Cerámica		
ÁREA ESPECIFICA	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	72,178	
PÉRDIDA DE CARGA	kg-cm <sup>2</sup> /m	0,02	
MEDIDA NOMINAL	in	3	
DIAMETRO INTERIOR (D)	mm	76	
DIAMETRO EXTERIOR (A)	mm	114	
ALTURA (H)	mm	60	
ESPESOR DE PARED (T)	mm	9	
ANCHO (W)	mm	60	
COMPOSICIÓN			
SiO <sub>2</sub>	>76%		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	>17%		
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<1,0%		
CaO	<1,0%		
MgO	<0,5%		
K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O	<3,5%		
Otro	<1%		
PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS			
ABSORCION DE AGUA	<0,5%		
Tmax DE OPERACIÓN	<1%		
POROSIDAD	920-1100°C		
RESISTENCIA A LOS ACIDOS	>99,6%		
RESISTENCIA A LA ALCALISIS	>85%		

### 7.3 - Diseño de la columna de destilación T-103

Para realizar los cálculos de diseño se supone que la alimentación de ingreso a la torre será una mezcla de acetaldehído, crotonaldehído y agua. Al tener más de dos componentes en los productos, se trata de una destilación multicomponente. Se utilizará la metodología de cálculo FUG (Fenske – Underwood – Gilliland) para el presente desarrollo obteniendo:

- El número mínimo de etapas teóricas (NSTM).
- El reflujo mínimo (Rm).
- El número de etapas teóricas (NTS).
- La localización de la alimentación.

$$V_{n+1} = L_n + D$$

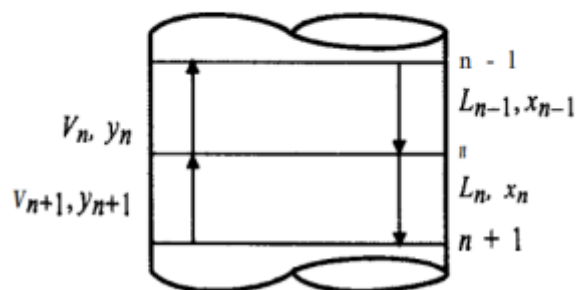


Figura 11 - Flujos de vapor y líquido en un plato. Fuente: Procesos de Transporte y Principios de Procesos de Separación - Geankoplis, 4ta Edición

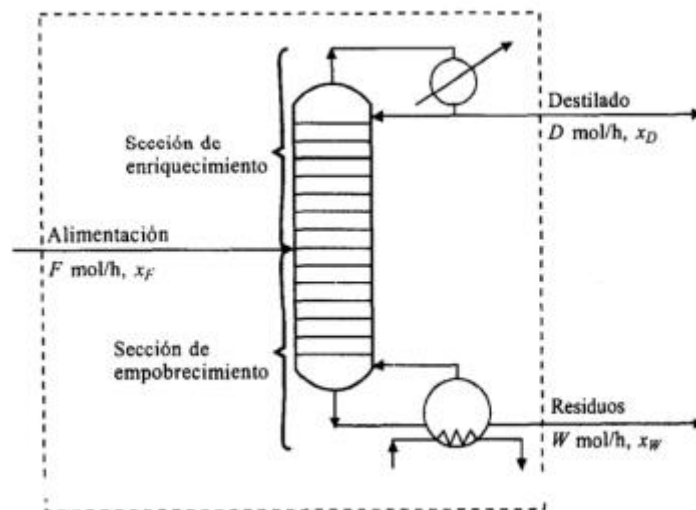


Figura 12 - Sección de la columna bajo estudio. Fuente: Procesos de Transporte y Principios de Procesos de Separación - Geankoplis, 4ta Edición

### Balance de masa en la columna

Considerando que por tope saldrá una proporción mayoritaria del componente más liviano (acetaldehído) como destilado y por fondo una mayor cantidad del componente pesado (agua), el balance de masa total (kg/h) en la columna será.

Componente	F	D	B	XF	XD	XB	
Acetaldehído	5007	5007	0	0,91	0,994	0,001	Clave liviano
Crotonaldehido	180	51	129	0,03	0,005	0,275	
Agua	338	0	338	0,06	0,001	0,724	Clave pesado
Total	135	114	21	1	1	1	

Tabla 11 - Balance de masa de columna T-103

D y B representan las corrientes de destilado y de fondo y XF, XD Y XB son las fracciones en masa en alimentación, destilado y fondo respectivamente. Se hace el mismo balance en la cabeza y el fondo de la columna, pero llamando a las concentraciones de gases “y” y las concentraciones de líquido “x”.

### Condiciones de operación

Comenzamos determinando los componentes clave en la separación:

- El agua es el componente clave pesado, HK, por ser el componente más pesado que sale por tope.
- El acetaldehído es el componente clave liviano, LK, por ser el componente más liviano que sale por fondo.

Luego, para obtener las presiones de vapor de cada compuesto, se hizo uso de la Ecuación de Antoine;

$$P_i^0 = 10^{A_i - \frac{B_i}{T_i + C_i}}$$

Siendo, en mm de Hg;

Ecuación de Antoine			
Compuesto	A	B	C
Acetaldehído	7,25504	1110,4	233,451
Crotonaldehido	7,28193	1460,08	227,652
Agua	8,14019	1810,94	244,485

Tabla 12 - Valores de Antoine. Fuente: National Institute of Standards and Technology.



Sabido esto, Se procede a calcular los puntos de burbuja y rocío en el tope y en el fondo de la columna. Se comienza calculando el punto de rocío en el tope de la columna. Realizaremos un cálculo iterativo utilizando el siguiente algoritmo:

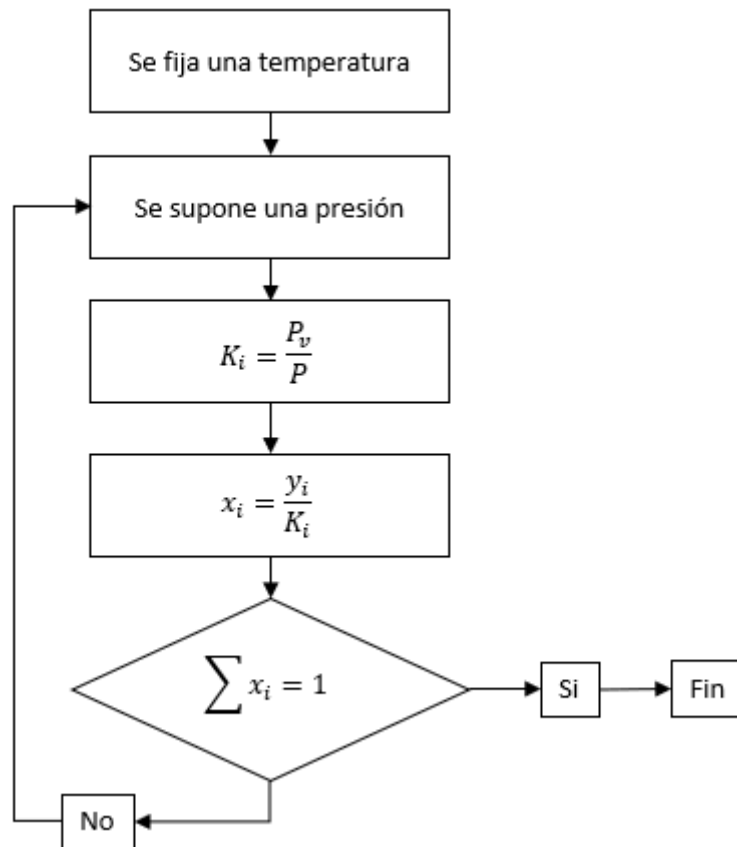


Figura 13 - Esquema del algoritmo de cálculo. Fuente: Elaboración propia.

En el condensador se determinó una temperatura de operación de 50°C, y como nos encontramos en un equilibrio liquido-vapor, se procedió a calcular las constantes de equilibrio y las concentraciones de gases, obteniendo;

Componente	$X_i$	$K_i$	$Y_i$	P parcial	Temperatura (°C)	50
Acetaldehído	0,993	0,986	0,979	2,958	Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	3
Crotonaldehido	0,006	0,048	0,000	0,143		
Agua	0,001	0,044	0,000	0,133		
Total	1		0,979			

Tabla 13 - Datos obtenidos del condensador.

Luego, suponiendo una pérdida de carga del condensador del 10%, se procedió a calcular las condiciones del tope de la columna;

Componente	Xi	Ki	Yi	P parcial	Temperatura (°C)	57
Acetaldehído	0,993	1,149	0,864	3,676	Presión (kg/cm2)	3,2
Crotonaldehido	0,006	0,060	0,099	0,193		
Agua	0,001	0,058	0,017	0,185		
Total	1		0,981			

*Tabla 14 - Datos obtenidos del tope de la columna.*

Y de igual manera para el fondo de la columna, el reboiler y la carga

- Fondo de columna

Componente	Xi	Ki	Yi	P parcial	Temperatura (°C)	139
Acetaldehído	0,001	7,295	0,007	25,532	Presión (kg/cm2)	3,5
Crotonaldehido	0,087	0,775	0,067	2,711		
Agua	0,912	1,017	0,927	3,558		
Total	1		1,000			

*Tabla 15 - Datos obtenidos del fondo de la columna*

- Reboiler

Componente	Xi	Ki	Yi	P parcial	Temperatura (°C)	144
Acetaldehído	0,001	6,991	0,000	27,963	Presión (kg/cm2)	4
Crotonaldehido	0,087	0,767	0,113	3,067		
Agua	0,912	1,023	0,891	4,093		
Total	1		0,999			

*Tabla 16 - Datos obtenidos del rehervidor.*

- Carga

Componente	Xi	Ki	Yi	P parcial	Temperatura (°C)	74
Acetaldehído	0,842	1,196	1,007	5,981	Presión (kg/cm2)	5
Crotonaldehido	0,019	0,075	0,001	0,376		
Agua	0,139	0,077	0,011	0,387		
Total	1		1,019			

*Tabla 17 - Datos obtenidos la carga*

## Selección del tipo de condensador

Para la selección del tipo de condensador se tiene en cuenta el criterio de Ludwig.

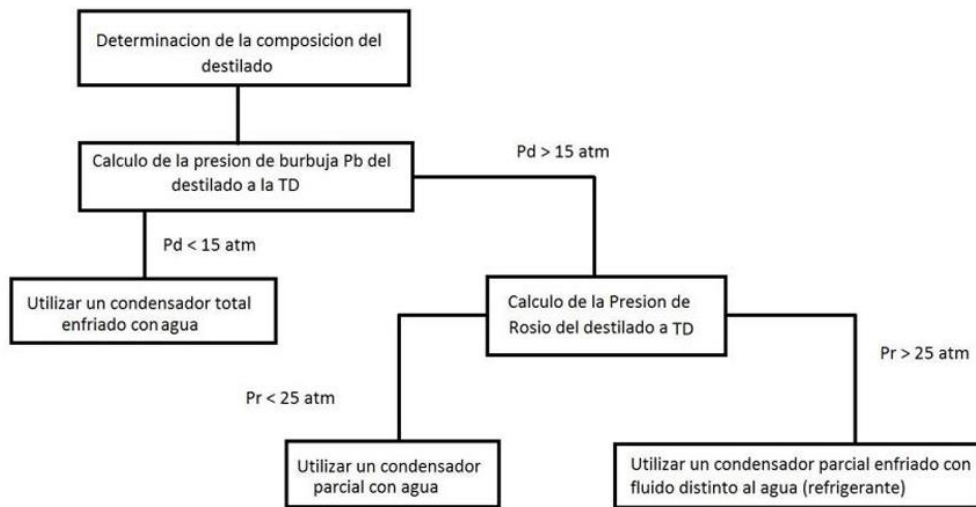


Figura 14 - Esquema de Ludwig para selección de condensador. Fuente: Cátedra de Operaciones Unitarias II – U.T.N. F.R.L.P.

La presión de burbuja del destilado a la temperatura de destilado será  $3 \text{ kg/cm}^2$  a  $50^\circ\text{C}$  respectivamente.

Debido a que la  $P_d$  es menor a  $15 \text{ atm}$  se utilizará un condensador total enfriado con agua.

La torre contará con un reboiler tipo kettle, que puede ser considerado como una etapa de equilibrio líquido más vapor. La temperatura de fondo será  $144^\circ\text{C}$ . El objetivo es obtener como producto destilado acetaldehído al 99,9% y por fondo se debe tener 99.9% de pureza en agua para ser recirculado en el proceso.

### Cálculo del número mínimo de platos

Para el cálculo del número mínimo de platos se utilizará el método de Fenske. Se procede a calcular las volatilidades relativas  $\alpha_{ij}$  de cada componente utilizando la ecuación:

$$\alpha_{ij} = \frac{k_i}{k_j}$$

Siendo;

$k_i$  = constante de equilibrio del componente  $i$ ésimo

$k_j$  = constante de equilibrio del componente más pesado (agua)

En la tabla siguiente se presentan los valores calculados de las volatilidades relativas ( $\alpha_{ij}$ ) y las constantes de equilibrio ( $k_i$ ) a la temperatura promedio de la columna.

Componente	$k_i$	$\alpha_{ij}$
Acetaldehído	1,169	11,422
Crotonaldehido	0,091	0,886
Agua	0,102	1,000

Tabla 18 - Volatilidades relativas

Se calcula, entonces, el valor de  $\alpha_{av}$  según la ecuación:

$$\alpha_{av} = \frac{\alpha_{LK}}{\alpha_{HK}} = 11,422$$

Y se calcula el número de etapas mínimas (NTSM), según la ecuación de Fenske:

$$NTSM + 1 = \frac{\log\left(\frac{x_{LK,D} \times x_{HK,B}}{x_{HK,D} \times x_{LK,B}}\right)}{\log(\alpha_{av})}$$

Y siendo;

$\alpha_{av}$	11,422
$x_{LK,D}$	0,993
$x_{HK,D}$	0,001
$x_{HK,B}$	0,912
$x_{LK,B}$	0,001

$$NTSM + 1 = 5,66$$

$$NTSM + 1 \approx 6$$

De esta manera, el número de etapas mínimas teóricas es de 6: 5 etapas + reboiler.

### Cálculo del reflujo mínimo

Mediante la ecuación de Underwood se estimará la relación de reflujo mínima para la destilación multicomponente. Trabajando con una relación de reflujo mínima, se producirán uno o dos puntos de infinidad, es decir, puntos de composición constante, tanto en el líquido como en el vapor, similar al de la alimentación. El método asume volatilidad constante entre los dos puntos de infinidad y flujos molares constantes. Se procede a calcular de forma iterativa el valor de la raíz común  $\theta$  que satisfaga la ecuación de Underwood.

$$\sum \frac{x_i \times \alpha_i}{\alpha_i \times \theta} = 1 - q$$

Dónde:  $q$  es el estado térmico de la alimentación,  $i$  es el componente de referencia con volatilidad relativa respecto al componente clave pesado,  $\theta$  es la raíz común entre las regiones de infinidad.

El estado térmico de la alimentación ( $q$ ) es 1 ya que la misma es completamente líquida.

Del cálculo iterativo, se obtiene el valor de  $\theta$  que satisface la ecuación. Se presenta, a continuación, la tabla auxiliar con los parámetros calculados a la temperatura y presión de la alimentación, con  $\theta = 1,1585$ .

Componente	$\alpha_i$	$x_i(F)$	Sumatoria
Acetaldehído	11,282	0,842	0,9384
Crotonaldehido	0,883	0,019	-0,0608
Agua	1,000	0,139	-0,8770
			0,0006

Tabla 19 - Datos obtenidos para el cálculo de  $\theta$

Finalmente, se determina el valor de reflujo mínimo según la ecuación:

$$R_{min} - 1 = \sum \frac{x_{iD} \times \alpha_i}{\alpha_i - \theta}$$

Y siendo;

Componente	$\alpha_i$	$x_{iD}$
Acetaldehído	11,2818291	0,993
Crotonaldehido	0,88273124	0,006
Agua	1	0,001

$\theta$	1,1585
----------	--------

Tabla 18. Datos obtenidos para el cálculo del reflujo mínimo

Se obtiene que la relación de reflujo mínima  $(L/D)_{min}$  será  $R_{min} = 0,79$ .

### Cálculo de la relación de reflujo operativo y número de platos teóricos

El factor operativo, el cual relaciona el reflujo mínimo y el reflujo operativo es usualmente evaluado en un rango entre 1,1 y 1,7. En función de mantener los costos operativos del condensador y reboiler en valores aceptables, se selecciona un factor operativo  $F_{op} = 1,7$ .

Se calcula, entonces, el reflujo operativo:

$$R_{op} = R_{min} \times F_{op} = 0,79 \times 1,7 = 1,34$$

El cálculo del número de platos teóricos viene dado por la correlación de Gilliland. Mediante los valores obtenidos de  $R_{op}$  y  $R_{min}$ , se calculan las paramétricas requeridas para ingresar a la curva de correlación de Gilliland

$$x = \frac{R_{op} - R_{min}}{R_{op} + 1} = 0,036$$

Con este valor ingresamos al grafico obteniendo;

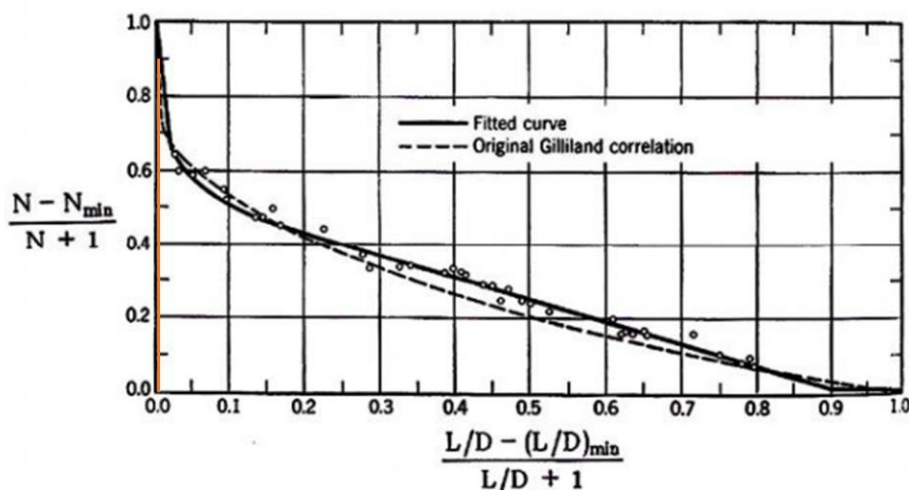


Figura 15 - Diagrama de correlación de Gilliland. Fuente: Operaciones Unitarias en Ingeniería Química - Warren McCabe.

$$y = 0,9$$

Del diagrama se obtiene el valor de la paramétrica  $y = 0,9$ . Con estos datos, se procede a calcular el número de etapas teóricas mediante la ecuación:

$$NTS = \frac{y + NTSM}{1 - y}$$

Obteniendo;

$$NTS = 8$$

Por lo tanto, el número de etapas teóricas NTS es de 11: 10 platos + reboiler.

Sin embargo, debido a las aproximaciones supuestas y que el 10% del número de etapas teóricas resulta inferior a 3, se suman 3 etapas adicionales.

$$NTS' = NTS + 3 = 11$$

La eficiencia teórica ( $\eta_t$ ) esta dada por;

$$\eta_t = \frac{NTSM}{NTS} = \frac{6 - 1}{11 - 1} = 50\%$$

De esta manera, el número de etapas (NTS) es de 11: 10 platos + reboiler.

#### Ubicación del plato de alimentación

Para determinar la ubicación óptima del plato de alimentación se utilizará la ecuación de Kirkbride. Este método estima la relación entre el número de etapas teóricas en la zona de rectificación (ZR) y el número de etapas teóricas en la zona de agotamiento (ZA).

$$\log\left(\frac{NTS_{ZR}}{NTS_{ZA}}\right) = 0,206 \times \log\left[\frac{B \times Z_{HK}}{D \times Z_{LK}} \times \left(\frac{x_{LK,B}}{x_{HK,D}}\right)^2\right]$$

$$NTS = NTS_{ZR} + NTS_{ZA}$$

Reemplazando obtenemos;

$$\log\left(\frac{NTS_{ZR}}{NTS_{ZA}}\right) = -0,312$$

$$NTS_{ZR} = 0,487NTS_{ZA}$$

Y finalmente;

$NTS_{ZR}$	3
$NTS_{ZA}$	8

Se concluye que la ubicación óptima de la alimentación será al plato número 3.



### Cálculo de la eficiencia global y número de platos reales

Mediante la correlación de O'Connell se calcula la eficiencia global de la columna.

$$\epsilon_0 = 0,492 \times (\mu_{lp} \times \alpha_{av})^{-0,245}$$

Y siendo;

$\mu_{lp}$	0,136
$\alpha_{av}$	11,282

Obteniendo;

$$\epsilon_0 = 58\%$$

De forma que el número de platos reales se estima como:

$$N_{real} = \frac{NTS'}{\epsilon_0} = 20$$

El número de platos reales será, finalmente, 21 (20 platos + reboiler).

Se debe cumplir que el porcentaje de inundación de la torre este entre el 30 y 80% para líquidos que no forman espuma. Los datos proporcionados por PRO II son los siguientes:

**TRAY SELECTION FOR TRAY RATING**

VALUE DIAMETER            47.625 MM

SECTION	DESIGN TRAY NUMBER	DIAMETER MM	NP	NUMBER OF VALVES OR CAPS	SIDE MM	DOWNCOMER WIDTHS	
						CENTER MM	OFF-CENTER MM
1	4	850.	1	72	116.806	N/A	N/A
2	5	650.	1	50	98.065	N/A	N/A

**TRAY RATING RESULTS**

TRAY	VAPOR M3/S	LIQUID M3/S	ULOAD M3/S	DIAM MM	FF	PRES DROP KG/CM2	WEIR RATE CM3/S/MM	DOWNCOMER BACKUP, PCT TRAY SPACING
2	0.627	0.00218	0.050	850.0	71.0	0.010	4.942	33.35
3	0.581	0.00135	0.042	850.0	58.0	0.007	3.563	26.98
4	0.473	0.00173	0.028	650.0	69.8	0.010	4.667	32.48
5	0.421	0.00123	0.021	650.0	51.4	0.007	3.694	24.64
6	0.413	0.00113	0.020	650.0	48.2	0.007	3.483	23.54
7	0.409	0.00112	0.020	650.0	47.7	0.007	3.466	23.39
8	0.406	0.00114	0.020	650.0	48.0	0.007	3.495	23.47
9	0.404	0.00116	0.020	650.0	48.5	0.007	3.546	23.65
10	0.401	0.00119	0.020	650.0	49.3	0.007	3.617	23.93
11	0.400	0.00124	0.021	650.0	50.4	0.007	3.716	24.33
12	0.354	0.00130	0.020	650.0	49.1	0.007	3.840	23.92

Figura 16 - Reporte de datos constructivos. Fuente: Simulación en PRO II.

### Cálculo de espesor de la columna

Los cálculos para espesores mínimos se realizaron utilizando la metodología, basada en las normas ASME sección VIII.

Utilizando la fórmula para el espesor mínimo:

$$t_r = \frac{P_d \times R}{S \times E - 0,6 \times P_d} + C$$

Siendo:

$R = \text{radio de la columna}$

$S = \text{tension maxima admisible del material}$

$E = \text{eficiencia de la soldadura}$

$C = \text{Espesor por corrosion}$

$P_d = \text{Presión de diseño}$

### Cálculo de presión de diseño:

Según la sección VIII del código ASME, la presión de diseño será:

- 43% de la máxima presión de operación.
- Máxima presión de operación incrementada en  $2,1 \text{ kg/cm}^2$

Por lo tanto, la presión de diseño de nuestro sistema será:

$$P_d = (P_{op} + P_s) \times 1,43$$

$$P_d = (4 \text{ kg/cm}^2 + 2,1 \text{ kg/cm}^2) \times 1,43$$

$$P_d = 8,72 \text{ kg/cm}^2$$

La tensión máxima admisible del Acero al carbono A 285 Gr.A (A-134)

Material	No. de espec.	N.º P o N.º S (5)	Grado	No. UNS	Notas	Temp. min. °F (6)	Mín. esfuerzo especificado, ksi		Temp. min. a 100	200	300
							Tensión	Elasticidad			
<b>Acero carbón tuberías y tubos (2)</b>											
A 285 Gr. A	A 134	1	...	...	(8b)(57)	B	45	24	15,0	14,7	14,2
A 285 Gr. A	A 672	1	A45	K01700	(57)(59)(67)	B	45	24	15,0	14,7	14,2
Soldadura a tope Smls y ERW	API 5L	S-1	A25	...	(8a)	-20	45	25	15,0	15,0	14,7
...	API 5L	S-1	A25	...	(57)(59)	B	45	25	15,0	15,0	14,7
...	A 179	1	...	K01200	(57)(59)	-20	47	26	15,7	15,7	15,3
Tipo F	A53	1	A	K02504	(8a)(77)	20	48	30	16,0	16,0	16,0
...	A 139	S-1	A	...	(8b)(77)	A	48	30	16,0	16,0	16,0
...	A 587	1	...	K11500	(57)(59)	-20	48	30	16,0	16,0	16,0

Tabla 19 - Esfuerzos permitidos básicos en tensión para metales. Fuente: norma ASME - VIII.

$$S = 14200\text{psi} = 998\text{ kg/cm}^2$$

La eficiencia a la soldadura considerada es de 0,80 ya que es recomendable utilizar este valor para recipientes sometidos a presión con estas características.

No. espec.	Clase (o tipo)	Descripción	$E_j$ (2)	Notas. Apéndice A
<b>Acero carbono</b>				
API 5L	...	Tubería sin costura	1.00	...
		Tubería soldada por resistencia eléctrica	0.85	...
		Tubería soldada por fusión eléctrica, doble tope, cordón recto o en espiral	0.95	...
		Soldada a tope en horno	0.60	...
A 53	Tipo S	Tubería sin costura	1.00	...
	Tipo E	Tubería soldada por resistencia eléctrica	0.85	...
	Tipo F	Soldada a tope en horno	0.60	...
A 105	...	Forjas y accesorios	1.00	(9)
A 106	...	Tubería sin costura	1.00	...
A 134	...	Tubería soldada por fusión eléctrica, doble tope, cordón recto o en espiral	0.80	...
A 135	...	Tubería soldada por resistencia eléctrica	0.85	...
A 139	...	Tubería soldada por fusión eléctrica, doble tope, cordón recto o en espiral	0.80	...

Tabla 20 - Factores de calidad básicos para juntas longitudinales soldadas en tuberías, tubos y accesorios. Fuente: Norma ASME - VII.

$$E = 0,8$$

Se considerará un espesor por corrosión de 3mm. Y sabiendo que su radio es de 610mm, el espesor de la coraza de la columna será el siguiente:

$$t_r = \frac{8,723 \text{ kg/cm}^2 \times 610\text{mm}}{998 \text{ kg/cm}^2 \times 0,80 - 0,6 \times 12,6 \text{ kg/cm}^2} + 3\text{mm}$$

$$t_r = 13\text{mm}$$

Y a esto se le adiciona 1 mm de acero inoxidable.

$$t_r = 14\text{mm}$$

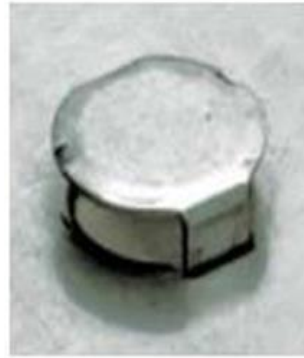
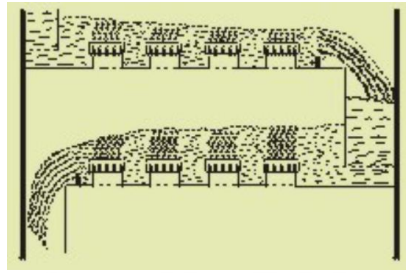
### **Datos constructivos de la columna**

La columna T-103, está compuesta de 21 etapas (20 platos + 1 reboiler tipo kettle), con plato de alimentación óptimo en el plato número 3 y un condensador total producto líquido, arroja resultados satisfactorios respecto de las especificaciones fijadas inicialmente con una eficiencia real del 57%.

## Hoja de especificación

UTN - FRLP	HOJA DE ESPECIFICACIÓN TANQUE ATOMOSFÉRICO DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO		INTEGRACIÓN V PROYECTO FINAL	
DENOMINACIÓN: Columna de destilación.				
UNIDAD: T-103				
SERVICIO: Separar por fondo el 96% de agua y por tope el 99,9% de acetaldehído.				
DATOS DE OPERACIÓN				
		ENTRADA	TOPE	FONDO
CAUDAL DE OPERACIÓN	<i>kg/h</i>	5525	5058	467
CAUDAL MÁXIMO DE OPERACIÓN	<i>kg/h</i>	5760	5226	534
CAUDAL MÍNIMO DE OPERACIÓN	<i>kg/h</i>	3290	2985	305
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	$^{\circ}\text{C}$	74	45	145
PRESIÓN DE OPERACIÓN	<i>kg/cm<sup>2</sup></i>	5	2,3	4
FRACCIÓN DE VAPOR	<i>mol/mol</i>	0	0	0
DENSIDAD (IN/OUT)	<i>kg/m<sup>3</sup></i>	719	747	828
EFICIENCIA REAL	-	58%		
DATOS CONSTRUCTIVOS				
COLUMNA			ESQUEMA	
MATERIAL	A 285 GrA (A-134)			
PRESIÓN DE DISEÑO	<i>kg/cm<sup>2</sup></i>	8,723		
ALIMENTACIÓN	plato	7		
$^{\circ}\text{N}$ DE PLATOS	-	20		
LONGITUD DEL CUERPO	<i>m</i>	11,8		
LONGITUD TOTAL	<i>m</i>	12,55		
DIAMETRO INTERNO (2 a 3)	<i>m</i>	0,85		
DIAMETRO EXTERNO (2 a 3)	<i>m</i>	0,864		
DIAMETRO INTERNO (4 a 20)	<i>m</i>	0,65		
DIAMETRO EXTERNO (4 a 20)	<i>m</i>	0,664		
CABEZALES				
MATERIAL	A 285 GrA (A-134)			
PRESIÓN DE DISEÑO	<i>kg/cm<sup>2</sup></i>	8,723		
GEOMETRIA DEL CASQUETE	Semiesférico			
ALTURA DEL CASQUETE	<i>m</i>	0,45		
PESO DE LA COLUMNA VACIA	<i>kg</i>	2820		
PESO EN OPERACIÓN	<i>kg</i>	4800		
PESO LLENO DE AGUA	<i>kg</i>	6905		
ESPESOR DEL CUERPO	<i>m</i>	0,014		
ESPESOR DEL CASQUETE	<i>m</i>	0,014		
CONEXIONES				
BRIDADAS	7			
ENTRADA DE HOMBRE	2			
TOTAL	6			
EQUIPOS AUXILIARES				
TIPO DE REHERVIDOR	KETTLE			
TIPO DE CONDENSADOR	TOTAL EN EL PUNTO BURBUJA			

DISEÑO DE INTERNOS		
N° DE PLATOS	2 a 3	
TIPO DE PLATO	PLATO DE VÁLVULAS	
ESPESOR	<i>mm</i>	12
DIAMETRO DE VÁLVULAS	<i>mm</i>	47,625
ANCHO DE VERTEDERO	<i>mm</i>	116,806
ESPACIADO ENTRE PLATOS	<i>m</i>	0,6
FACTOR DE INUNDACIÓN		71
NÚMERO DE PASOS		1
NÚMERO DE VÁLVULAS		72
N° DE PLATOS	4 a 20	
TIPO DE PLATO	PLATO DE VÁLVULAS	
ESPESOR	<i>mm</i>	12
DIAMETRO DE VÁLVULAS	<i>mm</i>	47,625
ANCHO DE VERTEDERO	<i>mm</i>	98,065
ESPACIADO ENTRE PLATOS	<i>m</i>	0,6
FACTOR DE INUNDACIÓN		50
NÚMERO DE PASOS		1
NÚMERO DE VÁLVULAS		50



## 7.4 - Diseño del acumulador de reflujo F-101

Los vapores de cabeza de la torre T-103 deben ser condensados en el E-103 para ser enviados al acumulador de reflujo F-101, desde donde el destilado será enviado a los tanques de almacenamiento de producto TK-105, TK-106 y TK-107.

El acumulador se considerará como un depósito de reflujo y no como un separador. Será un recipiente horizontal, ya que es para líquidos. La relación óptima de longitud/diámetro L/D es 3, pero son valores aceptables aquellos entre 2.5 y 5 según la presión de trabajo.

El volumen del depósito está determinado por el tiempo de residencia (holdup). El valor estimado de tiempo de residencia para depósitos de reflujo es de 5 minutos.

Se selecciona el método de Watkins para dimensionar el volumen del tanque según el holdup. Se basa en las cantidades de caudal de reflujo (L) y la cantidad de fluido desviada (D). La ecuación es la siguiente:

$$V_d = 2F_4 \times (F_1 + F_2) \times (L + F_3D)$$

Y los valores se seleccionan según las siguientes tablas:

Tiempo de reacción para acumuladores de reflujo (minutos)					
Operación	Factor instrumental ( $F_1$ )		Factor del operador ( $F_2$ )		
	con alarma	sin alarma	bueno	normal	malo
FC	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0
LC	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0
TC	1,5	2,0	2,0	3,0	4,0

Tabla 21 - Factores. Método de Watkins. Fuente: Cátedra "Operaciones Unitarias II"

Si parte del flujo se deriva a otro depósito se recomienda multiplicar este flujo D por  $F_3$ :

Características de operación	Factor ( $F_3$ )
Buen control	2,00
Control normal	3,00
Control malo	4,00
Alimentación desde almacén	1,25

Tabla 22 - Factores. Factor  $F_3$ . Método de Watkins. Fuente: Cátedra "Operaciones Unitarias II"



Por último, el factor  $F_4$  se selecciona en función de dónde esté montado el control:

Lugar de control	Factor
Nivel bajo control central	1,0
Nivel en panel	1,5
Equipo	2,0

Tabla 23 - Factores. Factor  $F_4$ . Método de Watkins. Fuente: Cátedra "Operaciones Unitarias II"

Por simulación se obtiene el caudal volumétrico de destilado. El caudal de reflujo se calcula utilizando el factor de reflujo operativo  $R_{op}$  ( $L/D$ ) del diseño de la torre T-103, con un valor de 1,35.

$L$ ( $m^3/min$ )	Caudal de reflujo	0,155
$D$ ( $m^3/min$ )	Caudal de destilado	0,115

Los factores seleccionados son:

- $F_1$  ( $1/min$ ): Se selecciona el valor de 1, ya que el acumulador se le aplica un control de nivel que cuenta con alarma.
- $F_2$  ( $1/min$ ): se selecciona el valor de 3.
- $F_3$ : se selecciona el valor de 2, correspondiente a "buen control."
- $F_4$ : se selecciona el valor 1.5, correspondiente a "nivel en panel."

Aplicando la ecuación de Watkins:

$$V_d = 2F_4 \times (F_1 + F_2) \times (L + F_3D)$$

$$V_d = 2 \times 1,5 \times (1 + 3) \times (0,155 + 2 \times 0,115)$$

$$V_d = 4,62 m^3$$

Siendo que la presión de operación es de 2,3 bar, se selecciona una relación longitud/diámetro de la siguiente tabla:

P (bar)	0-15	15-30	+30
$L/D$	3	4	5

Se obtiene, entonces:

$V_d$	4,62	$m^3$
$L$	4	$m$
$A$	1,16	$m^2$
$P$	3	$bar$
$D$	1,2	$m$
$L/D$	3,33	–

Los cabezales serán de tipo elipsoidal, con una altura H de D/4, es decir:

$$H = 0,3m$$

### Cálculo de espesor del acumulador

Los cálculos para espesores mínimos se realizaron utilizando la metodología, basada en las normas ASME sección VIII, detallada en el apunte “Diseño, calculo y fabricación de un recipiente vertical para almacenamiento de n-pentano e iso-octano” de Universidad de Cádiz.

Utilizando la fórmula para el espesor mínimo:

$$t_r = \frac{P_d \times R}{S \times E - 0,6 \times P_d} + C$$

Siendo:

$R = \text{radio de la columna}$

$S = \text{tension maxima admisible del material}$

$E = \text{eficiencia de la soldadura}$

$C = \text{Espesor por corrosion}$

$P_d = \text{Presión de diseño}$

### Cálculo de presión de diseño:

Según la sección VIII del código ASME, la presión de diseño será:

- Máxima presión de operación incrementada en  $2 \text{ kg/cm}^2$
- 43% de la máxima presión de operación

Por lo tanto, la presión de diseño de nuestro sistema será:

$$P_d = (P_{op} + P_s) \times 1,43$$

$$P_{op} = P_o + P_h$$

Donde;

$$P_o = \text{Presión manométrica del recipiente}$$

$$P_H = \text{Presión hidrostática del líquido}$$

Esta última se la calcula como:

$$P_H = L_{liq} \times \rho_{liq} \times g$$

Siendo:

$$L_{liq} = \text{Altura del líquido}$$

$$\rho_{liq} = \text{densidad del líquido}$$

$$g = \text{aceleración de la gravedad}$$

De esta manera se obtiene que

$$P_H = 0,9\text{m} \times 746,82 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times \frac{1 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{98066,5 \text{ Pa}} = 0,08 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

De esta manera se obtiene que;

$$P_{op} = 2,3 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} + 0,08 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 2,4 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Y la presión de diseño a utilizar será;

$$P_d = \left( 2,4 \frac{kg}{cm^2} + 2,1 \frac{kg}{cm^2} \right) \times 1,43$$

$$P_d = 6,5 \frac{kg}{cm^2}$$

La tensión máxima admisible del Acero al carbono A 285 Gr.A (A-134)

Material	No. de espec.	N.º P o N.º S (5)	Grado	No. UNS	Notas	Temp. mín. °F (6)	Mín. esfuerzo especificado, ksi		Temp. mín. a 100	200	300
							Tensión	Elasticidad			
<b>Acero carbón tuberías y tubos (2)</b>											
A 285 Gr. A	A 134	1	...	...	(8b)(57)	B	45	24	15,0	14,7	14,2
A 285 Gr. A	A 672	1	A45	K01700	(57)(59)(67)	B	45	24	15,0	14,7	14,2
Soldadura a tope Smls y ERW	API 5L	S-1	A25	...	(8a)	-20	45	25	15,0	15,0	14,7
...	API 5L	S-1	A25	...	(57)(59)	B	45	25	15,0	15,0	14,7
...	A 179	1	...	K01200	(57)(59)	-20	47	26	15,7	15,7	15,3
Tipo F	A53	1	A	K02504	(8a)(77)	20	48	30	16,0	16,0	16,0
...	A 139	S-1	A	...	(8b)(77)	A	48	30	16,0	16,0	16,0
...	A 587	1	...	K11500	(57)(59)	-20	48	30	16,0	16,0	16,0

Tabla 24. Esfuerzos permitidos básicos en tensión para metales. Fuente: norma ASME - VIII.

$$S = 14700psi = 1034 kg/cm^2$$

La eficiencia a la soldadura considerada es de 0,80 ya que es recomendable utilizar este valor para recipientes sometidos a presión con estas características.

No. espec.	Clase (o tipo)	Descripción	E <sub>j</sub> (2)	Notas. Apéndice A
<b>Acero carbono</b>				
API 5L	...	Tubería sin costura	1.00	...
		Tubería soldada por resistencia eléctrica	0.85	...
		Tubería soldada por fusión eléctrica, doble tope, cordón recto o en espiral	0.95	...
		Soldada a tope en horno	0.60	...
A 53	Tipo S	Tubería sin costura	1.00	...
	Tipo E	Tubería soldada por resistencia eléctrica	0.85	...
	Tipo F	Soldada a tope en horno	0.60	...
A 105	...	Forjas y accesorios	1.00	(9)
A 106	...	Tubería sin costura	1.00	...
A 134	...	Tubería soldada por fusión eléctrica, doble tope, cordón recto o en espiral	0.80	...
A 135	...	Tubería soldada por resistencia eléctrica	0.85	...
A 139	...	Tubería soldada por fusión eléctrica, doble tope, cordón recto o en espiral	0.80	...

Tabla 25. Factores de calidad básicos para juntas longitudinales soldadas en tuberías, tubos y accesorios. Fuente: Norma ASME - VII.

$$E = 0,8$$

Se considerará un espesor por corrosión de 3mm. Y sabiendo que su es radio es de 610mm, el espesor de la coraza de la columna será el siguiente:

$$t_r = \frac{6,5 \text{ kg/cm}^2 \times 1.000\text{mm}}{1034 \text{ kg/cm}^2 \times 0,80 - 0,6 \times 6,5 \text{ kg/cm}^2} + 3\text{mm}$$

$$t_r = 11\text{mm}$$

Y a esto se le adiciona 1 mm de acero inoxidable.

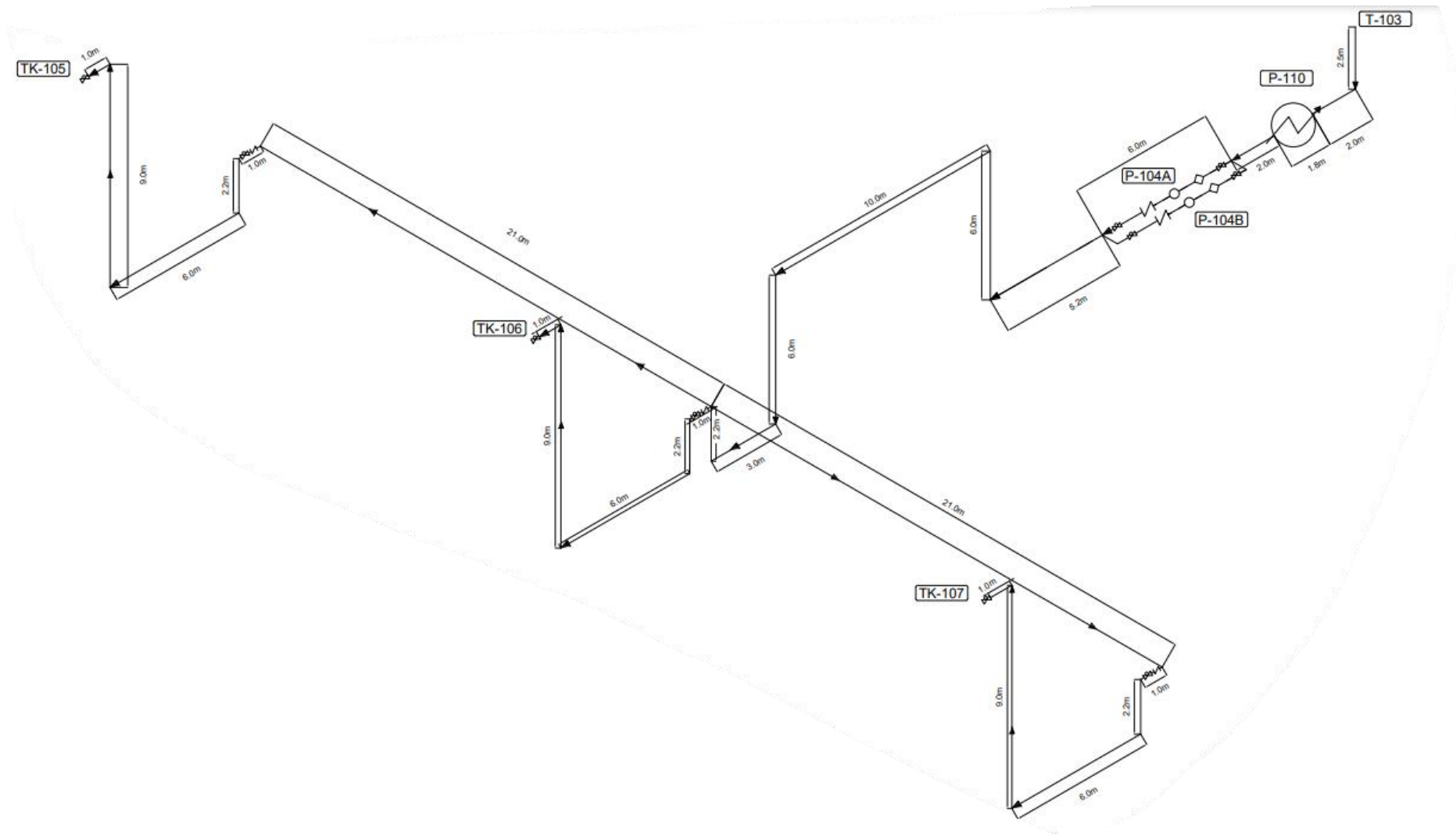
$$t_r = 12\text{mm}$$

## Hoja de especificación

UTN - FRLP	HOJA DE ESPECIFICACIÓN ACUMULADOR DE REFLUJO		INTEGRACIÓN V PROYECTO FINAL
DENOMINACIÓN: Acumulador de reflujo.			
UNIDAD: F-101			
SERVICIO: Acumulación de reflujo.			
DATOS DE OPERACIÓN			
TEMPERATURA DE DISEÑO	°C	200	
PRESIÓN DE DISEÑO	kg/cm <sup>2</sup>	6,5	
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	°C	50	
PRESIÓN DE OPERACIÓN	kg/cm <sup>2</sup>	3	
VOLUMEN MÁXIMO	m <sup>3</sup>	4,62	
DENSIDAD DEL LÍQUIDO	kg/m <sup>3</sup>	746,82	
DATOS CONSTRUCTIVOS			
TIPO	RECIPIENTE ACUMULADOR DE LÍQUIDO HORIZONTAL		
MATERIAL	ACERO AL CARBONO A 285 GrA (A-134)		
DIAMETRO	m	1,2	
LARGO	m	4,6	
ESPESOR DE LA PARED	m	0,012	
TIPO DE CABEZAL	ELIPSOIDAL		
ALTURA DEL CABEZAL	m	0,3	
GEOMETRIA DEL TANQUE	CILÍNDRICA		
ESQUEMA			

### 7.5 - Diseño de la bomba impulsora P-104

El producto destilado que sale de la columna T-103 y es enfriado en el intercambiador E-110, debe ser impulsado hacia los tanques de almacenamiento de producto, por lo cual, es necesaria la bomba "booster" P-104 que sea capaz de transportarlo. A continuación, se muestra el isométrico que describe la situación anterior:



Para la correcta selección de una bomba centrífuga, que cubra los requerimientos del proceso, debemos tener en cuenta principalmente:

- Altura de la bomba (energía mecánica entrega al fluido).
- Caudal de la bomba.
- NPSH (altura neta positiva de aspiración)
- Eficiencia

### Requerimientos del proceso

Las propiedades del fluido a impulsar son:

Propiedades		
Flujo másico	5058	kg/h
Caudal volumétrico	6,9	m <sup>3</sup> /h
Entalpía	32,207	kcal/kg
Cp	0,6	kcal/kg °C
Densidad	734	kg/m <sup>3</sup>
Viscosidad	0,16183	cpoise
	0,00016183	Pa s
Temperatura	54,436	°C
Presión	3	kgf/cm <sup>2</sup>

*Tabla 26 - Propiedades del fluido. Fuente: Simulador de procesos AVEVA SimSci PROII.*



## Diámetro de cañerías

Para líquidos viscosos se recomienda:

Velocidad	
Aspiración de la bomba	0,3 a 0,9 m/s
Impulsión de la bomba	1,2 a 3 m/s

*Tabla 27. Velocidades recomendadas para fluidos viscosos. Fuente: Apuntes Operaciones Unitarias I UTN FRLP.*

Se toma una velocidad de aspiración de 0,5 m/s, y se calcula lo siguiente:

$$A (\text{aspiración}) = \frac{Q}{v} = 0,0038 \text{ m}^2$$

$$D (\text{aspiración}) = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}} = 0,0699\text{m}$$

De la siguiente tabla se selecciona un diámetro nominal de 3" (0.0762m) Sch. 40.



Dimensiones de Tubos de Acero ANSI B36.10 & 36.19 (Unidad en pulgada)

Tamaño Nominal del Tubo (NPS)		Diámetro Exterior (pulgada)	Tubos Cédula / Pipe Schedule																
NPS	DN	OD	SCH 5s	SCH 10s	SCH 10	SCH 20	SCH 30	SCH 40s	SCH STD	SCH 40	SCH 60	SCH 80s	SCH XS	SCH 80	SCH 100	SCH 120	SCH 140	SCH 160	SCH XXS
1/8	6	0.405		1.240				0.068	0.068	0.068		0.095	0.095	0.095					
1/4	8	0.540		1.650				0.088	0.088	0.088		0.119	0.119	0.119					
3/8	10	0.675		1.650				0.091	0.091	0.091		0.126	0.126	0.126					
1/2	15	0.840	0.065	2.110				0.109	0.109	0.109		0.147	0.147	0.147				0.188	0.294
3/4	20	1.050	0.065	2.110				0.113	0.113	0.113		0.154	0.154	0.154				0.219	0.308
1	25	1.315	0.065	2.770				0.133	0.133	0.133		0.179	0.179	0.179				0.250	0.358
1 1/4	32	1.660	0.065	2.770				0.140	0.140	0.140		0.191	0.191	0.191				0.250	0.382
1 1/2	40	1.900	0.065	2.770				0.145	0.145	0.145		0.200	0.200	0.200				0.281	0.400
2	50	2.375	0.065	2.770				0.154	0.154	0.154		0.218	0.218	0.218				0.344	0.436
2 1/2	65	2.875	0.083	3.050				0.203	0.203	0.203		0.276	0.276	0.276				0.375	0.552
3	80	3.500	0.083	3.050				0.216	0.216	0.216		0.300	0.300	0.300				0.438	0.600
3 1/2	90	4.000	0.083	3.050				0.226	0.226	0.226		0.318	0.318	0.318					
4	100	4.500	0.083	3.050				0.237	0.237	0.237		0.337	0.337	0.337		0.438		0.531	0.674
5	125	5.563	0.109	3.400				0.258	0.258	0.258		0.375	0.375	0.375		0.500		0.625	0.750
6	150	6.625	0.109	3.400				0.280	0.280	0.280		0.432	0.432	0.432		0.562		0.719	0.864
8	200	8.625	0.109	3.760		0.250	0.277	0.322	0.322	0.322	0.406	0.500	0.500	0.500	0.594	0.719	0.812	0.906	0.875
10	250	10.750	0.134	4.190		0.250	0.307	0.365	0.365	0.365	0.500	0.500	0.500	0.594	0.719	0.844	1.000	1.125	1.000
12	300	12.750	0.156	4.570		0.250	0.330	0.375	0.375	0.406	0.562	0.500	0.500	0.688	0.844	1.000	1.125	1.312	1.000
14	350	14.000	0.156	4.780	0.250	0.312	0.375		0.375	0.438	0.594		0.500	0.750	0.938	1.094	1.250	1.406	
16	400	16.000	0.165	4.780	0.250	0.312	0.375		0.375	0.500	0.656		0.500	0.844	1.031	1.219	1.438	1.594	
18	450	18.000	0.165	4.780	0.250	0.312	0.438		0.375	0.562	0.750		0.500	0.938	1.156	1.375	1.562	1.781	
20	500	20.000	0.188	5.540	0.250	0.375	0.500		0.375	0.594	0.812		0.500	1.031	1.281	1.500	1.750	1.969	
22		22.000	0.188	5.540	0.250	0.375	0.500		0.375		0.875		0.500	1.125	1.375	1.625	1.875	2.125	
24	600	24.000	0.218	6.350	0.250	0.375	0.562		0.375	0.688	0.969		0.500	1.219	1.531	1.812	2.062	2.344	
26		26.000			0.312	0.500	0.000		0.375				0.500						
28	700	28.000			0.312	0.500	0.625		0.375				0.500						
30		30.000	0.250	7.920	0.312	0.500	0.625		0.375				0.500						
32	800	32.000			0.312	0.500	0.625		0.375	0.688			0.500						
34		34.000			0.312	0.500	0.625		0.375	0.688			0.500						
36	900	36.000			0.312	0.500	0.625		0.375	0.750			0.500						
38		38.000							0.375				0.500						
40	1000	40.000						0.375											
42		42.000				0.500			0.375	0.750			0.500						
44	1100	44.000							0.375				0.500						
46		46.000							0.375				0.500						
48	1200	48.000							0.375			0.500							

Tabla 28 - Dimensiones de tubos de acero. Fuente: octalsteel.com

Recalculamos:

$$A (\text{aspiración}) = \pi \cdot \frac{D^2}{4} = 4,56Ee^{-03} m^2$$

$$v (\text{aspiración}) = \frac{Q}{A (\text{aspiración})} = 0,420 m/s$$

Como  $v$  (aspiración) está entre 0,3 y 0,9 m/s se acepta el diámetro nominal de 3" SCH 40.

Para la velocidad de impulsión se seleccionó una velocidad lineal de 1,5 m/s, y utilizando las ecuaciones anteriores obtenemos que:

$$A (\text{impulsión}) = 0,0013 m^2$$

$$D (\text{impulsión}) = 0,0403 m$$

De la tabla utilizada anteriormente se seleccionó un diámetro nominal de 1 1/2" (0.0381 m) Sch. 40.

Recalculando:

$$A (\text{impulsion}) = 0,0011m^2$$

$$V(\text{impulsión}) = 1,6812 m/s$$

Como  $V(\text{impulsión})$  está entre 1,2 y 3,0 m/s se acepta el diámetro nominal de 1 1/2" SCH 40.

### Accesorios

Sección de aspiración	Sección de impulsión
3 codos 90°	13 codos 90°
1 filtro	1 válvula retención
1 válvula esclusas	3 válvula esclusas

Tabla 29 – Accesorios de la bomba

## Altura de la bomba

La misma se calcula aplicando un Balance de Energía mecánico entre las bridas de aspiración e impulsión de la Bomba:

$$E_{\text{aspiración}} = E_a = \frac{P_a}{\rho} + g * Z_a + \frac{V_a^2}{2 \alpha}$$

$$E_{\text{impulsión}} = E_b = \frac{P_b}{\rho} + g * Z_b + \frac{V_b^2}{2 \alpha}$$

$$W_{\text{Bomba}} = E_b - E_a$$

Altura de aspiración de la bomba:

$$H_a = \frac{P_a}{\rho \cdot g} + Z_a + \frac{V_a^2}{2 \cdot g \cdot \alpha} - \frac{E_v}{g}$$

Siendo  $P_a$ ,  $\rho$ ,  $g$  datos conocidos,  $V_a$  valor calculado anteriormente, y  $Z_a$  valor hallado del isométrico, sólo nos queda por calcular  $\alpha$  y  $E_v$ .

Para saber el valor de  $\alpha$ , primero se calculó el número de Reynolds de la siguiente manera:

$$Re = \frac{(\rho \cdot V_a \cdot Da)}{\mu} = 145.260$$

Como  $Re > 4000$  el régimen es turbulento, y, por lo tanto, alfa es igual a 1.

Conocido el régimen se determina el factor de fricción  $C$ . Usando el valor de rugosidad  $\varepsilon$  para el acero comercial de 0.045 mm, se calcula la rugosidad relativa:  $\varepsilon/Di = 0,0006$

Con el diagrama de Moody se determina el factor  $f$ :

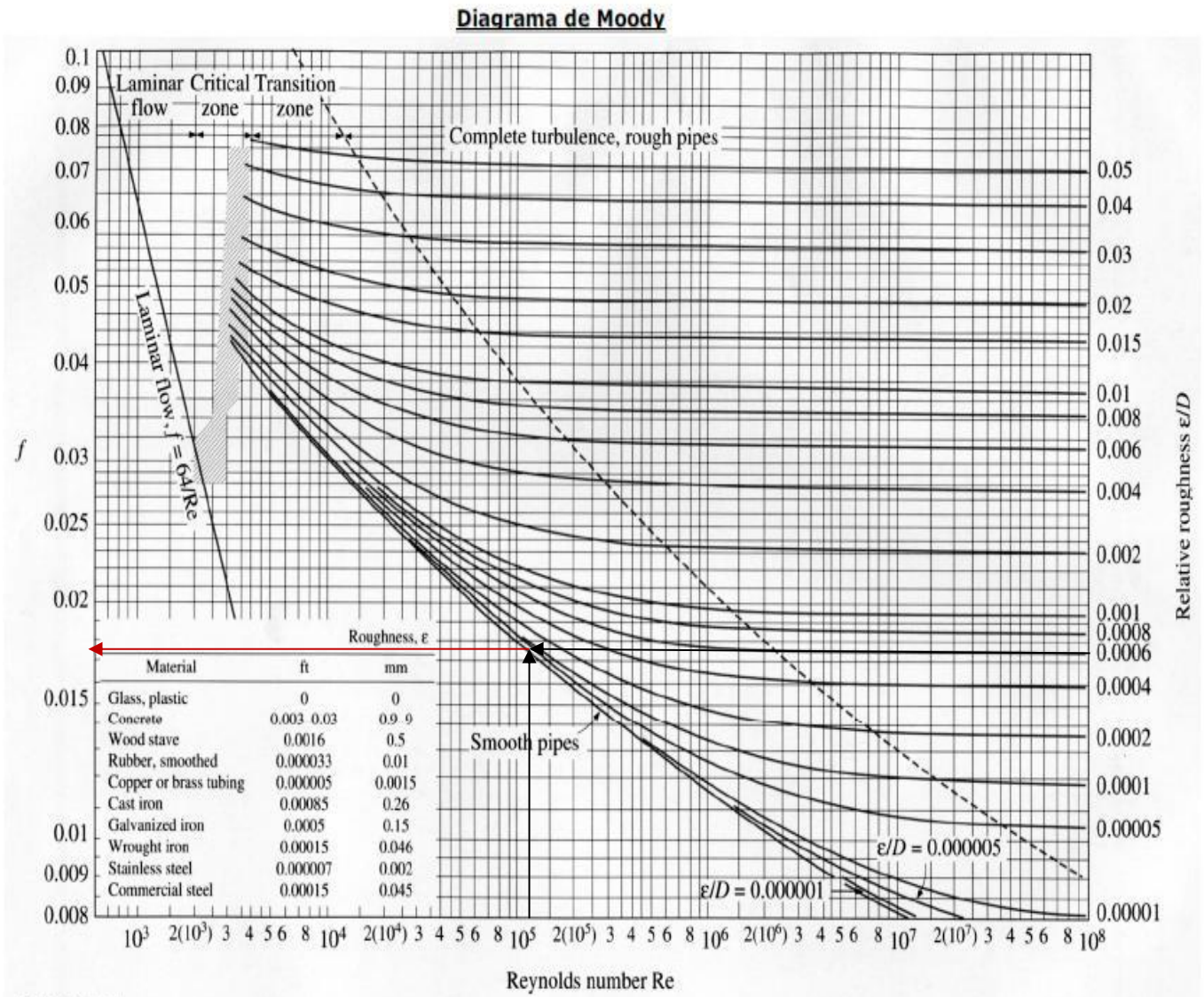


Figura 17 – Diagrama de Moody. Fuente: Apuntes Fenómenos de Transporte UTN FRLP

$$f = 0,0175$$

Ahora tenemos que:

$$Ev = \frac{1}{2} \cdot ev \cdot Va^2 = 1,073 \text{ m/s}^2$$

$$ev = 4 \cdot \frac{L}{D} \cdot f = 12.153$$

Finalmente, podemos hallar  $H_a$ .

$$H_a = 2.45 \text{ m}$$

### Cálculo de Hb

Se lleva a cabo el mismo procedimiento que el realizado para Ha.

$$Hb = \frac{Pb}{\rho \cdot g} + Zb + \frac{Vb^2}{2 \cdot g \cdot \alpha} - \frac{Ev}{g} = 11.05 \text{ m}$$

La altura total de la bomba será entonces:

$$H_{bomba} = Hb - Ha = 8,6 \text{ m}$$

### Potencia Teórica de la bomba:

$$WHP = Q \cdot \gamma \cdot H = 0.16 \text{ HP}$$

### Potencia al freno:

$$BPH = \frac{WHP}{\eta} = 0.40 \text{ HP}$$

La eficiencia de la bomba  $\eta$  es dato del fabricante de la bomba, siendo  $\eta=0.40$

### ANPA: Altura Neta Positiva de Aspiración (NPSH)

$$ANPA_{(disponible)} = \frac{a - Pv}{\rho \cdot g} + Zb + \frac{Vb^2}{2 \cdot g} - \frac{Ev}{g} = 9,77 \text{ m}$$

### Selección de la bomba:

Después de realizar los cálculos anteriores, se procede a optar por una bomba adecuada para el tipo de líquido que se va a transportar. La elección recae en la bomba "HYGINOX SE" que se encuentra en el catálogo de la empresa "INOXPA", la cual ha sido diseñada específicamente para aplicaciones industriales o químicas.

Teniendo en cuenta el caudal y la altura total, hemos seleccionado el modelo SE-28 de acuerdo al diagrama de cobertura hidráulica. A continuación, se presenta el esquema de la bomba que elegimos:

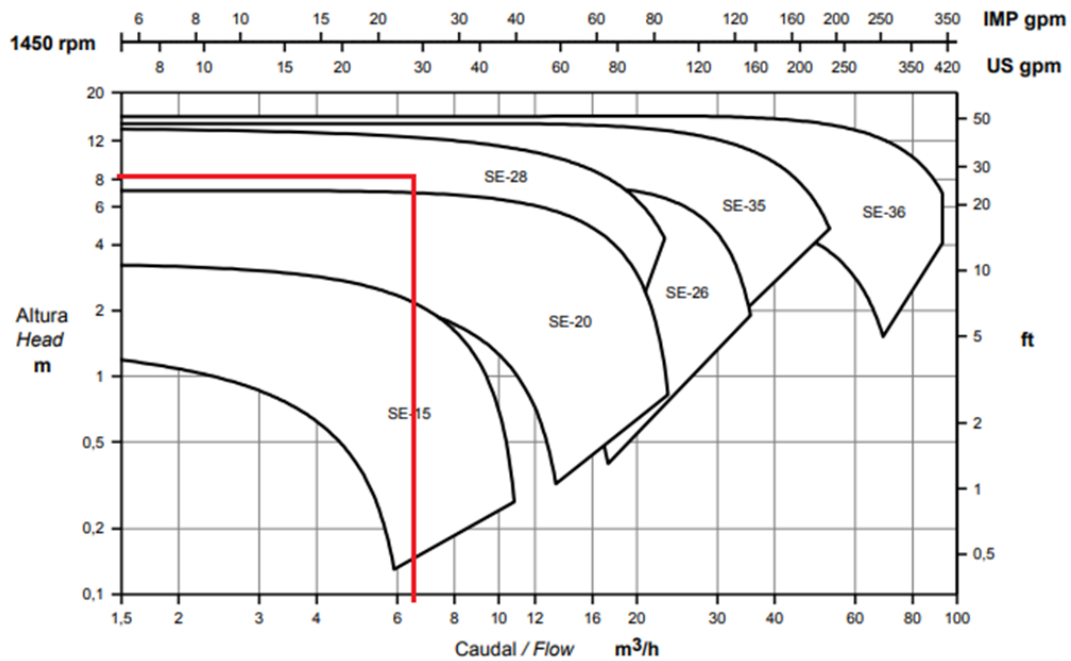


Figura 18 – Curvas de selección de bombas - Fuente: <https://www.inoxpa.es>

La eficiencia es del 38% según el siguiente gráfico:

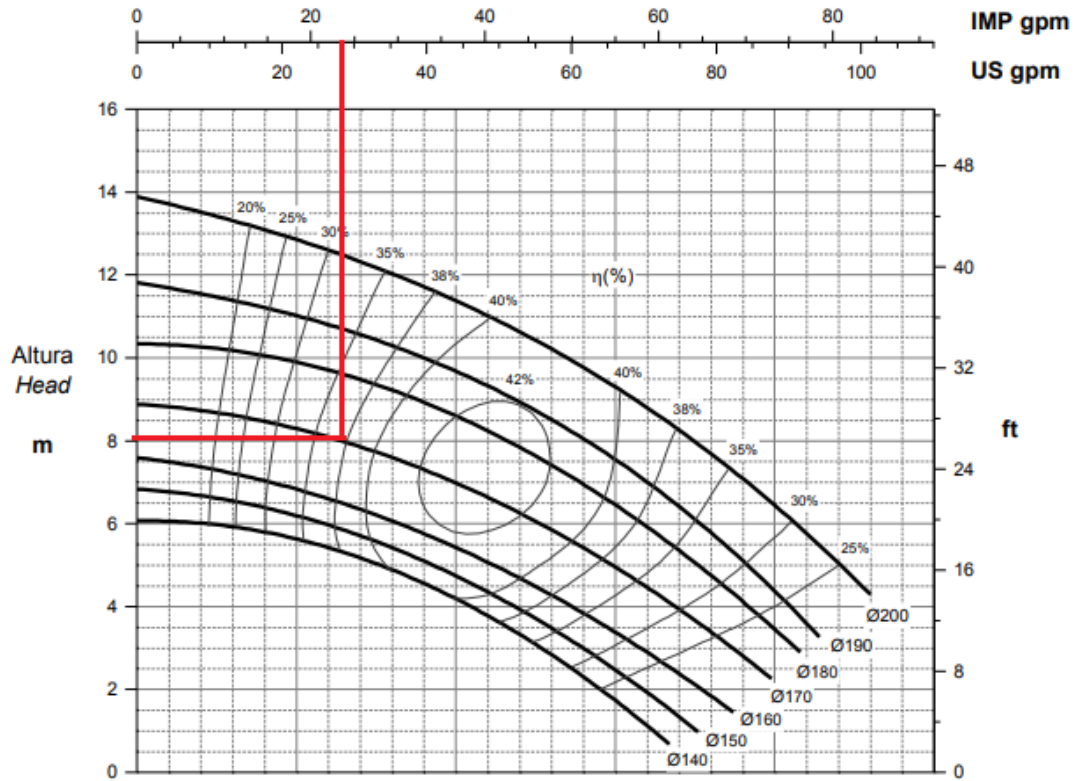
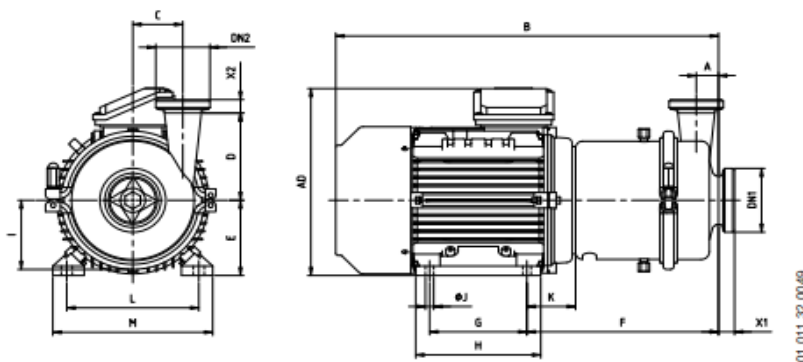


Figura 19 – Curvas de eficiencia - Fuente: <https://www.inoxpa.es>

A continuación, se presenta el esquema de la bomba junto con el cuadro de sus dimensiones y detalles de construcción.

**DIMENSIONES MB**



Bomba	DIN 11851					SMS					CLAMP OD				
	DN1	DN2	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	D	DN1	DN2	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	D	DN1	DN2	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	D
SE-15	40	32	26	22	78	38	38	23	23	78	1½"	1½"	14	14	78
SE-20	50	40	23	20	120	51	38	23	23	102	2"	1½"	21	29	102
SE-26	65	50	23	20	130	76	51	27	23	130	3"	2"	29	15	130
SE-28	40	40	33	27	138	38	38	23	23	108	1½"	1½"	28	29	108
SE-35	65	50	26	24	151	76	51	27	23	134	3"	2"	29	29	134
SE-36	100	65	38	27	155	104	76	30	27	155	4"	3"	22	29	155



Bomba	Motor			A	B	C	E	F	G	H	AD	I	ØJ	K	L	M	kg	
	Tamaño	kW	rpm															
SE-15	A	71	0,25	29	377	55	71	206	90	105	185	80	7	45	112	140	12	
			0,37														13	
			0,55														18	
	B	80	0,75	32	422	74	80	235	100	130	215	235	80	10	50	125	160	20
			1,1															24
			1,5															26
SE-20	C	90S	1,1	32	452	74	90	245	100	130	235	235	10	56	140	180	25	
			1,5														28	
			2,2														36	
	D	100	3	32	514	72	100	262	140	180	260	260	12	63	160	200	36	
			4														43	
			5,5														49	
SE-26	C	90S	1,1	32	459	72	90	252	100	130	235	235	10	56	140	180	27	
			1,5														26	
			2,2														29	
	D	100	3	32	521	72	100	269	180	180	260	260	105	63	160	200	36	
			4														43	
			5,5														49	
SE-28	C	90S	1,1	32	445	106	90	238	100	125	235	235	10	56	140	180	32	
			1,5														32	
			2,2														34	
	D	100	3	32	507	106	100	235	180	180	260	260	137	63	160	200	41	
			4														48	
			5,5														54	
F	132	5,5	32	632	106	132	304	190	320	150	150	12	70	190	230	66		
		7,5														75		
		7,5														75		

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### Materiales

Piezas en contacto con el producto	1.4404 (AISI 316L)
Otras piezas de acero	1.4307 (AISI 304L)
Juntas en contacto con el producto	EPDM

### Cierre mecánico simple

Parte giratoria	grafito (C)
Parte estacionaria	carburo de silicio (SiC)
Juntas en contacto con el producto	EPDM

### Cierre mecánico doble

Montaje	tándem
Consumo de líquido auxiliar (buffer)	5 - 10 l/h
Presión máxima de trabajo	10 kPa (1 bar)
Temperatura máxima de trabajo	40°C
Ø conexión	G 1/8

### Acabado superficial

Interno	pulido Ra ≤ 0,8 µm
Externo	mate

Figura 20 – Especificaciones de la bomba seleccionada - Fuente: <https://www.inoxpa.es>

### Cálculo de NPSH:

El NPSH refiere a la presión requerida por encima de la presión de vapor de un líquido medida en el punto de succión, de forma tal que se evite la cavitación de la bomba.

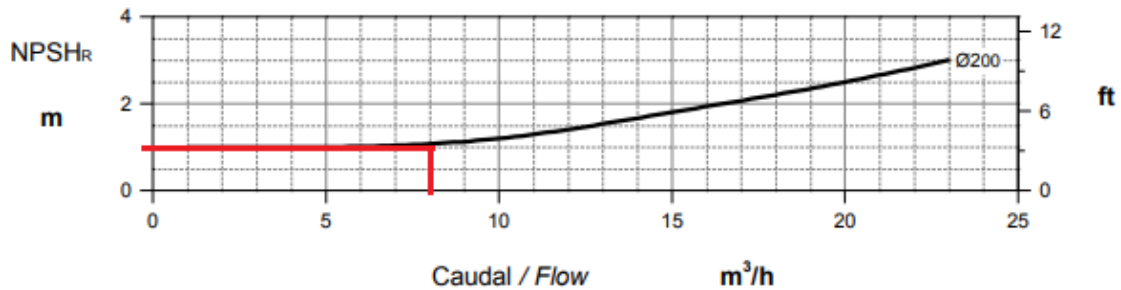


Figura 21 – Grafico de NPSH para evitar la cavitación de la bomba

El NPSH requerido es una característica de la bomba, el cual es proporcionado por el proveedor; en este caso, dicho valor es de aproximadamente 1m.

Como el NPSH disponible > NPSH requerido, se llega a la conclusión de que la bomba seleccionada es apta para el funcionamiento requerido.

## Hoja de especificación

UTN FRLP	HOJA DE DATOS		INTEGRACION V
DENOMINACION: BOMBA CENTRIFUGA		FECHA:	26/2/2024
UNIDAD: P-104 A/B		REVISION:	
SERVICIO: Alimentación tanques de producto		LOCACION:	HDC RLP
ESPECIFICACIONES			
CAUDAL	m3/h	6,9	
POTENCIA REQUERIDA	HP	0,42	
ALTURA DE DISEÑO	m	8,6	
ANPA DISPONIBLE	m	9,77	
DATOS DE DISEÑO			
FLUIDO	-	Acetaldehido	
TEMPERATURA	°C	40	
VISCOSIDAD	Kg/m s	0,00016	
DENSIDAD	kg/m3	734	
DATOS CONSTRUCTIVOS			
MODELO/PROVEEDOR	HYGINOX SE-28/INOXPA S.A.U		
POTENCIA DEL MOTOR	HP	7,5	
MAXIMA GRAVEDAD ESP.	-	995	
DIAMETRO DE ENTRADA	pulg	1,5	
DIAMETRO DE SALIDA	pulg	1,5	
TIPO DE IMPULSOR	CENTRIFUGO ABIERTO		
CAUDAL MAXIMO	m3/h	145	
ALTURA MAXIMA	m	90	
CONFIGURACION	VERTICAL		
TIPO DE CONEXIÓN	AXIAL		
TEMPERATURA MAX	°C	140	
MATERIALES DE CONSTRUCCION	ACERO AL CARBONO		
FRECUENCIA	Hz	50	
VELOCIDAD	rpm	1450	
ANPA REQUERIDO	m	1	
EFICIENCIA	%	38	

## 7.6 - Diseño de intercambiador E-107

Parte del agua usada en la columna de absorción T-101 sale del fondo de la torre de destilación T-103 y pasa por el F-103, donde los compuestos volátiles indeseados, son separados y enviados a la antorcha.

Antes de que esta agua ingrese al equipo de absorción, necesita ser acondicionada a una temperatura de 50 °C. Para ello, se utiliza el intercambiador de calor E-107, el cual utilizará agua a 30 °C como fluido de enfriamiento.

Corrientes:

	Corriente caliente	Corriente fría
Fluido	Agua	Agua
Posición	Ánulo	Tubo
T entrada (°C)	121,4	30,0
T salida (°C)	50,0	45,0
T media (°C)	85,7	37,5
Caudal másico (kg/s)	0,082	0,394
$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	999,014	999,014
$C_p$ (J/kg/C)	4202,3	4175,9
k (W/m/C)	0,67096	0,62655
$\mu$ (kg/m/s)	0,00033	0,00068

Tabla 30. Propiedades de los fluidos calculados a la temperatura media.

**Balance de energía:**

$$Q = m_h \cdot C_{p_h} \cdot (T_h^0 - T_h^s)$$

$$Q = 88.928,60 \text{ kJ/h} = 24.702,4 \text{ J/s}$$

Nomenclatura de diámetros:

- Di: diámetro interno del tubo interno
- Do: diámetro externo del tubo interno
- Ds: diámetro interno del tubo externo
- D: diámetro externo del tubo externo

### Cálculos para el tubo interno:

Primero se elige una velocidad para el fluido del tubo interno. Se tomará una velocidad de 1 m/s. Para esta velocidad, se obtiene un diámetro interno provisorio:

$$v = 1 \text{ m/s}$$

$$a_t = \frac{m}{\rho v} = 0,0000824 \text{ m}^2$$

$$D_i = 0,0102 \text{ m} = 0,4033 \text{ in}$$

Se selecciona un tubo interno de 1/4" SCH 40. Se recalcula la velocidad:

$$D_i = 0,364 \text{ in} = 0,0092 \text{ m}$$

$$D_o = 0,540 \text{ in} = 0,0137 \text{ m}$$

$$v = 1,227 \text{ m/s (velocidad del fluido en el tubo interno)}$$

### Cálculos para el tubo externo:

Como tubo externo se selecciona uno de 1" SCH 40. Los diámetros correspondientes son:

$$D_s = 1,049 \text{ in} = 0,0266 \text{ m}$$

$$D = 1,315 \text{ in} = 0,0334 \text{ m}$$

### Coefficiente pelicular del fluido caliente (tubo interno, $h_i$ ):

Se calculan los números de Reynolds y Prandtl:

$$Re = \frac{D_i \rho v}{\mu} = 34353,3 \text{ (Régimen turbulento)}$$

$$Pr = \frac{C_p \cdot \mu}{k} = 2,067$$

Se calcula el coeficiente pelicular  $h_i$  con la siguiente ecuación (válida para  $Re > 10000$ ):

$$\frac{h_i D_i}{k} = Nu = 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,33} \cdot \left( \frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,14}$$

En este punto del diseño, no es posible conocer la temperatura de pared (en consecuencia, se desconoce  $\mu_w$ ). Por ahora, se asumirá  $(\mu/\mu_w)^{0,14} = 1$  y se corregirá esta suposición posteriormente. Se obtiene:

$$h_i = 9629,77 \text{ W/m}^2\text{s}$$

El coeficiente pelicular anterior está referido al diámetro interno ( $D_i$ ) en lugar de al diámetro externo ( $D_o$ ). Para corregir esto se usa la siguiente relación:

$$h_{io} = h_i \frac{D_i}{D_o}$$

$$h_{io} = 6081,68 \text{ W/m}^2\text{K}$$

### **Coeficiente pelicular del fluido frío (ánulo, $h_o$ ):c**

Se utilizará la siguiente correlación, la cual es válida para agua cuya velocidad esté entre 0,3 – 3 m/s y temperaturas de 5 – 95 °C.

$$h_o = 1423 \cdot (1 + 0,0146 \cdot T) \cdot \frac{v^{0,8}}{D_i^{0,2}}$$

La correlación anterior puede ser usada para el ánulo si se sustituye el diámetro interno ( $D_i$ ) por el diámetro equivalente ( $D_{eq}$ ), definido como:

$$D_{eq} = \frac{(D_s^2 - D_o^2)}{D_o} = 0,038 \text{ m}$$

El coeficiente pelicular resulta:

$$h_o = 4108,84 \text{ W/m}^2\text{K}$$

### **Corrección por temperatura de pared ( $T_w$ ):**

Para el cálculo de  $h_i$  y  $h_o$  se supuso  $(\mu/\mu_w)^{0,14} = 1$ , debido a que no es posible calcular el valor de la viscosidad a la temperatura de pared ( $\mu_w$ ) desde el principio porque no se conoce esta temperatura. Para obtenerla, se plantea la ecuación de transferencia de calor por convección para cada lado de la pared. Para el caso en el que el fluido del tubo interno es el caliente la ecuación es:

$$h_o \cdot (T_h - T_w) = h_{io} \cdot (T_w - T_c)$$

Se despeja la temperatura de pared ( $T_w$ ):

$$T_w = \frac{h_o \cdot T_h + h_{i0} \cdot T_c}{h_o + h_{i0}}$$

$$T_w = 56,93 \text{ }^\circ\text{C}$$

Para obtener la viscosidad a la temperatura de pared se utilizó el simulador PRO II 8.1, obteniéndose:

$$\mu_w = 0,00049 \text{ kg/ms}$$

$$(\mu/\mu_w)^{0,14} = 0,9462$$

Los valores corregidos de  $h_{i0}$  y  $h_o$  resultan:

$$h_{i0} = 5466,52 \text{ W/m}^2\text{s}$$

$$h_o = 3693,24 \text{ W/m}^2\text{s}$$

### Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor (U):

Para calcular el coeficiente global del equipo se debe fijar un valor de resistencia de ensuciamiento ( $R_{ef}$ ). Para extracciones laterales o productos de fondo se utiliza un valor igual a  $0,0002 \text{ Km}^2/\text{W}$ .

APENDICE 22 (CONTINUACION)			
RESISTENCIAS DE ENSUCIAMIENTO PARA CORRIENTES DE PROCESOS QUIMICOS			
LIQUIDOS			
Soluciones MEA y DEA	0,0004		
Soluciones DEG y TEG	0,0004		
Extracciones laterales y producto de fondo de Columnas fraccionadoras	0,0002		
Soluciones causticas	0,0004		
Aceites vegetales	0,0005		
		GASES Y VAPORES	
		Gas ácido	0,0002
		Vapores de solventes	0,0002
		Vapores estables en tope de column. fracc.	0,0002

Tabla 31 - Fuente: Cao, E (2004). Transferencia de calor en ingeniería de procesos. (Pag: 417).

Se procede a calcular el coeficiente global de transferencia del equipo:

$$U = \left( \frac{1}{h_{i0}} + \frac{1}{h_0} + R_{ef} \right)^{-1}$$

$$U = 1453,27 \text{ W/m}^2\text{K}$$

### Área requerida y geometría del equipo

Se calcula el área requerida del equipo:

$$A_{Treq} = \frac{Q}{U \cdot DTML}$$

$$A_{Treq} = 0,424 \text{ m}^2$$

Se sobredimensiona un 10% el área requerida y se obtiene el área final del equipo:

$$A = 0,467 \text{ m}^2$$



Se calcula la longitud de tubos necesaria:

$$L = \frac{A}{\pi D_o} = 11,37 \text{ m}$$

Debido a que el resultado obtenido excede la longitud en la que se distribuyen los tubos de acero comercial, se divide el equipo en dos dobles tubos unidos por una horquilla. La longitud de cada tubo será de 6 m.

#### **Cálculo de la pérdida de carga**

- Pérdida de carga en el tubo interno:

Para tubos lisos se calcula el factor de fricción como:

$$f = 0.0014 + \frac{0.125}{Re^{0.32}}$$

$$f = 0,002955$$

La pérdida de carga en el tubo interno se calcula con la siguiente ecuación:

$$\Delta P_1 = 4 \cdot f \cdot \frac{L}{D_i} \cdot \rho \frac{v^2}{2} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^{-0,14}$$

$$\Delta P_1 = 10.348,3248 \text{ Pa}$$

- Pérdida de carga en el ánulo:

Se usan las mismas ecuaciones, pero sustituyendo  $D_i$  por  $D_{eq}$ :

$$f = 0,002688$$

$$\Delta P_2 = 1.408,44 \text{ Pa}$$

Se tomará como aceptable una pérdida de carga de un 10% de la presión inicial. Entonces:

$$\Delta P_{\max 1} = (350.000 \text{ Pa}) \cdot 10\% = 35.000 \text{ Pa}$$

$$\Delta P_{\max 2} = (280.000 \text{ Pa}) \cdot 10\% = 28.000 \text{ Pa}$$

El equipo aprueba la verificación hidráulica, ya que:  $\Delta P_1 < \Delta P_{\max 1}$  y  $\Delta P_2 < \Delta P_{\max 2}$ .

## Hoja de especificación

UTN - FRLP	HOJA DE ESPECIFICACIÓN INTERCAMBIADOR DE CALOR		INTEGRACIÓN V PROYECTO FINAL	
DENOMINACIÓN: INTERCAMBIADOR DE CALOR DE DOBLE TUBO				
UNIDAD: E-103				
SERVICIO: ENFRIA EL FONDO DE LA COLUMNA T-103 (AGUA) PARA QUE INGRESE A LA T-101				
<b>PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS</b>				
Ubicación del fluido	Tubo		Ánulo	
Fluido	Agua caliente		Agua fría	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Flujo (kg/h)	296,353		1419,541	
Temperatura (°C)	121,4	50,0	30,0	45,0
Temperaturas medias (°C)	85,7		37,5	
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )				
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	999,014		999,014	
Viscosidad (kg/m/s)	0,00033		0,00068	
Capacidad calorífica (kcal/kg/°C)	1,0		1,0	
Peso molecular (gmol)	18,015		18,015	
<b>DIMENSIONES</b>				
Material	Acero comercial			
Diámetro nominal - Tubo interno (in)	1/4			
Diámetro nominal - Tubo externo (in)	1			
Largo de tubos (m)	4,73			
Área de flujo interna (m <sup>2</sup> )	0,0000671			
Área de flujo externa (m <sup>2</sup> )	0,0004098			
<b>CONDICIONES DE OPERACIÓN Y DISEÑO</b>				
Calor intercambiado (kcal/h)	21.259			
Área de transferencia (m <sup>2</sup> )	0,407			
DTML (K)	42,08			
Coefficiente de transferencia U (kcal/hKm <sup>2</sup> )	1362,64			
Velocidad en el tubo interno (m/s)	1,227			
Velocidad en el ánulo (m/s)	0,963			
Ensuciamiento conjunto (Km <sup>2</sup> h/kcal)	0,00023			
Pérdida de carga (kg/cm <sup>2</sup> )	0,0997			
<b>DIAGRAMA</b>				
<p>El diagrama muestra un intercambiador de calor de doble tubo horizontal. El tubo principal tiene una longitud de 6m. El tubo interno tiene un diámetro de 0,5m y el espacio anular entre ellos mide 0,3m. El tubo tiene una altura total de 1,3m. El fluido caliente entra por la parte superior izquierda y sale por la parte inferior derecha. El agua refrigerante entra por la parte inferior izquierda y sale por la parte superior derecha.</p>				

## 7.7 - Diseño del tanque de producto TK-105 – TK-106 – TK107

Los tanques TK-105, TK-106 y TK-105 funcionarán como tanques de almacenamiento para producto terminado, el cual será despachado para su entrega a los distintos camiones que ingresen al predio. El material empleado para la fabricación será acero inoxidable AISI 304, ya que es el material recomendado para almacenamiento de acetaldehído. El tanque se diseñará siguiendo las normas API 650 y 653 de montajes y construcción de tanques soldados de acero. Se define una capacidad de almacenamiento de 10 días de producto en especificación y un tercer tanque de 5 días de producto fuera de especificación.

Cada tanque tendrá una capacidad de almacenamiento de 5 días, rotando de recepción a entrega en ciclos de 5 días. En el caso de que ocurra un paro del proceso o exista producción fuera de especificación, se contará con un stock de seguridad para poder despachar el producto terminado a los clientes, garantizando la entrega en tiempo y forma y manteniendo un alto nivel de servicio.

El flujo másico de acetaldehído es:

$$\dot{Q}_{AD} = 6,9 \frac{m^3}{h}$$

El volumen de un tanque con almacenamiento de 5 días de producción será igual a:

$$V_{TK} = \dot{Q}_{AD} * T_{res}$$

$$V_{TK} = 6,9 \frac{m^3}{h} \times \frac{24h}{1d} \times 5d$$

$$V_{TK} = 828m^3$$

Según los criterios de la norma, los tanques con una relación L/D < 1 son más estables por lo que no requieren de anclajes, mientras que para una relación D/H > 1,33 pueden requerir anclajes, generando un mayor costo de construcción y montaje.

Se seleccionó una relación diámetro-altura de:

$$\frac{L}{D} = 0,7$$

Cálculo diámetro y altura del tanque:

Siendo el Volumen del tanque equivalente al de un cilindro:

$$V_{TK} = \frac{\pi D^2 L}{4}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \times V_{TK}}{\pi \times 0,7}}$$

$$D = 11,15m = 12m$$

$$L = D \times 0,7 = 8m$$

A su vez, el tanque contará con un tabique de 1 metro de altura cuya función es evitar que la bomba de extracción succione partículas sólidas del fondo y 0,5 m de altura extra entre el techo y el volumen útil. De esta manera, el tanque tendrá una altura de 9,5m. De esta forma, el nuevo volumen del tanque será:

$$V'_{TK} = \frac{\pi D^2 L'}{4} = 1074 m^3$$

De los cuales, si no tenemos en cuenta los volúmenes muertos obtenidos por el tabique y la altura del techo, tenemos que el espacio útil de este será:

$$V''_{TK} = \frac{\pi D^2 L''}{4} = 905 m^3$$

Con una relación:

$$\frac{L}{D} = 0,8 < 1$$

Por lo tanto, se da como válido el tanque.

Cálculo del espesor del recipiente utilizando norma ASME sección VIII:

$$t = c + \frac{PR_{rec}}{SE - 0,6P}$$

Siendo:

$$R_{rec} = \text{radio del tanque}$$

$$S = \text{tension maxima admisible del material}$$

$$E = \text{eficiencia de la soldadura}$$

$$c = \text{Espesor por corrosion}$$

$$P = \text{Presión de diseño}$$

Cálculo de presión de diseño:

$$P_T = 1,1 \times (P_0 + P_H)$$

Siendo:

$$P_0 = \text{Presion manometrica del recipiente}$$

$$P_H = \text{Presion hidroestatica del liquido}$$

Esta última, se la calcula como:

$$P_H = L_{liq} \times \rho_{liq} \times g$$

Siendo:

$$L_{liq} = \text{Altura del liquido}$$

$$\rho_{liq} = \text{densidad del liquido}$$

$$g = \text{aceleracion de la gravedad}$$

De esta manera se obtiene que

$$P_H = 9,5m \times 805,5 \frac{kg}{m^3} \times 9,8 \frac{m}{s^2} \times \frac{1 \frac{kg}{cm^2}}{98066,5 Pa} = 0,76 \frac{kg}{cm^2}$$

Notar que para el cálculo de la presión hidrostática se utiliza la altura total del tanque para que, en caso de que este rebalse, se evite su colapso.

Luego siendo:

$$P_0 = 1 \frac{kg}{cm^2}$$

$$P_T = 1,1 \times (1 + 0,76) \frac{kg}{cm^2} = 1,94 \frac{kg}{cm^2}$$

La tensión máxima admisible del Acero al carbono AISI 304 es:

$$S = 1733 \frac{kg}{cm^2}$$

La eficiencia a la soldadura es de 0,85 ya que es recomendable utilizar este valor para recipientes sometidos a presión con estas características de operación y materiales.

$$E = 0,85$$

Se aplica un sobre espesor por corrosión de 3mm:

$$c = 3mm$$

El espesor del tanque de almacenamiento de producto terminado será el siguiente:

$$t = 3mm + \frac{1,94 \frac{kg}{cm^2} \times 6000mm}{1733 \frac{kg}{cm^2} \times 0,85 - 0,6 \times 1,94 \frac{kg}{cm^2}}$$

$$t = 11mm$$

Para los cabezales se seleccionaron tapas cónicas, las cuales son recomendadas para el almacenamiento de acetaldehído. Su espesor será:

$$t = c + \frac{PR_{rec}}{\cos \alpha (SE - 0,6P)}$$

Donde  $\alpha$  es el ángulo del cono con la horizontal, el cual será de unos 20°. Obteniendo:

$$t = 3mm + \frac{1,94 \frac{kg}{cm^2} \times 6000mm}{\cos\left(\frac{20}{180\pi}\right) \left(1733 \frac{kg}{cm^2} \times 0,85 - 0,6 \times 1,94 \frac{kg}{cm^2}\right)}$$

$$t = 12mm$$

El techo esta auto-soportado, y su superficie tiene la forma de un cono, el tanque opera con un espacio para los vapores, el cual cambia cuando varía el nivel de los líquidos.

La alimentación al tanque se hará por la parte superior y su despacho por la parte inferior. Contará además con un drenaje central en la base del tanque, un drenaje sobre la pared del tanque y una boca de hombre.

En post de conseguir una mínima absorción de calor, el tanque estará recubierto con un aislante y a su vez pintado de color blanco. De este modo se consigue una baja absorción de calor y una absorción de la radiación solar que mantendrá la temperatura del tanque.

## Hoja de especificación

UTN - FRLP	HOJA DE ESPECIFICACIÓN TANQUE ATMOSFÉRICO DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO	INTEGRACIÓN V PROYECTO FINAL
DENOMINACIÓN: Tanque de producto en especificación.		
UNIDAD: TK-105 - 106 - 107		
SERVICIO: Almacenamiento y despacho de producto terminado		
DATOS DE OPERACIÓN		
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	$kg/cm^2$	35
PRESIÓN DE OPERACIÓN	$m^3$	1
VOLUMEN MÁXIMO	$kg/m^3$	1074
DENSIDAD (IN/OUT)		805,5
DATOS CONSTRUCTIVOS		
TIPO	TECHO FIJO	
MATERIAL	$m$	316L A-240
ALTURA	$m$	8
DIÁMETRO	$mm$	12
ESPESOR DEL TANQUE	$mm$	11
ESPESOR DEL TECHO		12
GEOMETRIA DEL TANQUE	Cilíndrica	
GEOMETRIA DEL TECHO	Torisférico	
ESQUEMA		
<p>El diagrama muestra un tanque atmosférico con un diámetro de 12.0m y una altura total de 11.0m. El tanque tiene un techo torisférico y un cuerpo cilíndrico. Los componentes y dimensiones son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Alimentación:</b> Entrada superior en el lado izquierdo.</li> <li><b>Boca de Hombre:</b> Una abertura superior en la parte superior del tanque.</li> <li><b>Boca de Hombre:</b> Una abertura lateral en el lado izquierdo a una altura de 0.8m desde la base.</li> <li><b>Puesta a tierra:</b> Conexión de tierra en la base del tanque.</li> <li><b>Drenaje central:</b> Salida de drenaje en la base del tanque.</li> <li><b>Drenaje:</b> Salida de drenaje lateral en la base del tanque.</li> <li><b>Salida de producto:</b> Salida lateral en la parte superior del tanque.</li> <li><b>Dimensiones:</b> El diámetro total es de 12.0m. La altura total desde la base hasta la parte superior del tanque es de 11.0m. La altura desde la base hasta la salida de drenaje lateral es de 1.0m.</li> </ul>		



### 7.7.1 - Diseño del recinto y parcela de tanques de producto

El objetivo del recinto de producto es evitar que, en caso de eventuales derrames o una ruptura de los tanques, todo su contenido no se disperse por los alrededores de la planta, sino que quede contenido dentro de un predio seguro.

Para ello, se sabe que el contenido de cada uno de los tres tanques es de  $1074 \text{ m}^3$  y utilizando un sobredimensionamiento del 10% se obtiene que, en caso de la ruptura de los tres tanques, el líquido total derramado será de  $3546 \text{ m}^3$ .

Para lo cual, se consideró realizar un único recinto para los 3 tanques:

$$D_{TK} = 12m$$

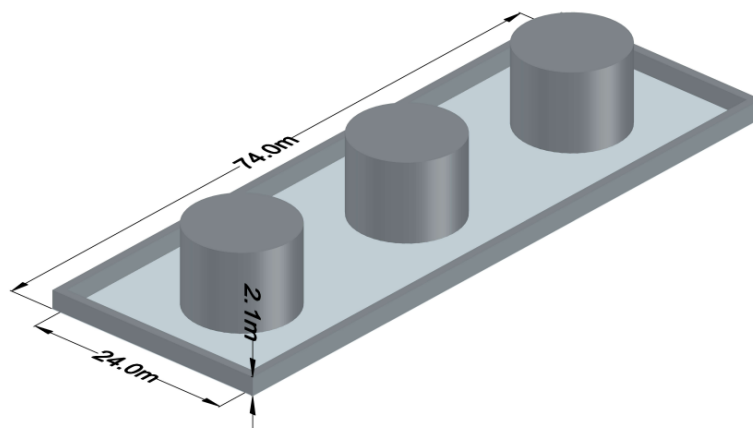
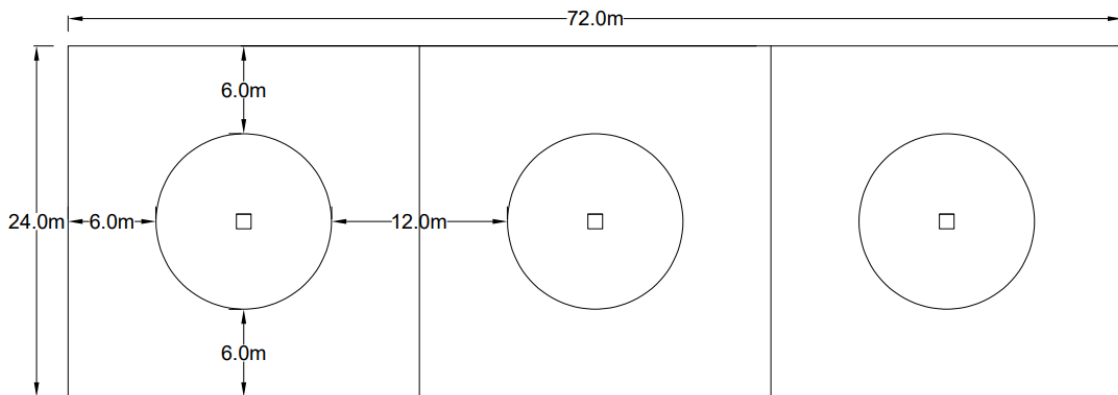
$$\text{Largo del recinto } (L) = 6 \times D_{TK} = 72m$$

$$\text{Ancho del recinto } (A) = 2 \times D_{TK} = 24m$$

$$\text{Altura del talud } (H) = 2,1 m$$

De esta manera, el volumen total de la parcela será:

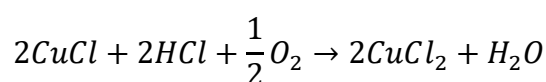
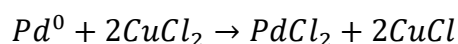
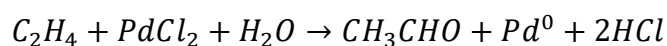
$$V_{\text{parcela}} = 72m \times 24m \times 2,1m = 3628,8m^3$$



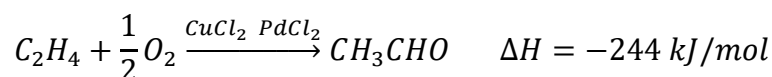
## 7.8 - Diseño del Reactor R-101

La licencia utilizada para la sección de oxidación describe al reactor como un reactor de bucle, que se puede describir en principio como una disposición de dos recipientes de reacción unidos entre sí a través de conducciones tubulares, trabajando uno de los recipientes de reacción como reactor y el otro como capturador de nieblas. Entre el reactor y el capturador de nieblas se mantiene una circulación forzada de catalizador líquido. La energía necesaria para esto es suministrada, por una parte, a partir del calor de reacción procedente de la oxidación de etileno fuertemente exotérmica y, por otra parte, los gases de etileno, oxígeno y gas de circuito devuelto, alimentados en el reactor, propulsan asimismo la recirculación forzada del catalizador. En estas condiciones, las conversiones de etileno a acetaldehído son de 35-40% por paso a una temperatura de 140°C.

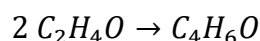
Las reacciones principales que gobiernan el sistema son:



En base a la suma de estas tres reacciones, obtendremos la reacción global del proceso:



Adicionando a esta la formación de un subproducto, crotonaldehído, mediante la siguiente reacción:



### Dimensiones básicas

La determinación de las Características Físicas del Equipo se realizó en base al Diseño por Similitud, considerando para el cálculo los datos brindados por la empresa ETSE entre los cuales se pueden mencionar: Longitudes, diámetros, tiempo de residencia y difusor, los que constan en la siguiente tabla:

Reactor ETSE	
$L [m]$	14,00
$H [m]$	0,70
$D [m]$	3,50
$D_i [m]$	3,49
$D_s [m]$	0,01
$V [m^3]$	133,77
$Tr [h]$	3,43
$Q [m^3/h]$	39,03
$V \text{ de agua } [m^3]$	160

Tabla 32 - Características Físicas del Equipo. Fuente: ETSE

Para llevar a cabo esto, se realizó la adimensionalización del caudal y se consideró como relevante el número adimensional de Freud "Fr", ya que durante la operatoria son relevantes las Fuerzas Inerciales y las Fuerzas Gravitatorias, no siendo de relevante influencia las fuerzas viscosas, pues como se mencionará oportunamente existen en el interior del reactor grandes cantidades de vapor de baja viscosidad.

Considerando que:

$$Q^* = \frac{Q}{L^2 \times V} \quad 1$$

$$Fr = \frac{V^2}{L \times g} \quad 2$$

Y como para obtener similitud de comportamiento (dinámica, temporal, geométrica), deben ser iguales las variables naturales (adimensionales) de cada unidad, vale decir que:

$$Q_m^* = Q_p^* \quad 3$$

$$Fr_m = Fr_p \quad 4$$

Siendo:

$m$  = "modelo". Unidad de menor escala a diseñar

$p$  = "prototipo". Unidad a mayor escala (ETSE)

Introduciendo la ecuación 1 y 2 en la 3 y 4 respectivamente, obtenemos:

$$\frac{Q_m}{L_m^2 \times V_m} = \frac{Q_p}{L_p^2 \times V_p} \quad 5$$

$$\frac{V_m^2}{L_m \times g} = \frac{V_p^2}{L_p \times g} \quad 6$$

Para luego establecer que:

$$\frac{L_m}{L_p} = \left( \frac{Q_m}{Q_p} \right)^{\frac{2}{5}} = \lambda$$

Para lo que se obtiene que;

$$\lambda = 0,847$$

Por lo tanto, las nuevas dimensiones del reactor serán:

Reactor R-101	
$L [m]$	12
$H [m]$	0,6
$D [m]$	3
$V [m^3]$	114
$Tr [h]$	2,9
$Q [m^3/h]$	26
$V \text{ de agua } [m^3]$	136

*Tabla 33 - Características Físicas del Equipo calculadas*

### Solución catalítica

Todo el circuito de solución catalítica estará conformado 136 m<sup>3</sup> de agua, entre los cuales se encuentran los 113 m<sup>3</sup> del reactor y luego 23 m<sup>3</sup> que corresponden a la circulación de agua por el capturador de nieblas y las distintas conexiones entre los equipos. Según la bibliografía consultada, las concentraciones requeridas de la solución dentro del reactor son:

[PdCl <sub>2</sub> ]	0,0025 M
[CuCl <sub>2</sub> ]	0,4 M
[CuCl]	0,2 M
[HCl]	0,01 M

Tabla 34 – Composición de la solución catalítica [M]

Para lo cual se necesitarán las siguientes cantidades:

Componente	kmol totales	kg
[PdCl <sub>2</sub> ]	0,34	60,18
[CuCl <sub>2</sub> ]	54,4	7072
[CuCl]	27,2	2665,6
[HCl]	1,36	49,64

Tabla 35 - Composición de la solución catalítica [kg]

Según la bibliografía consultada, se estiman que las pérdidas de catalizador por la columna de nieblas son aproximadamente en un 0,4% a 0,5% por semana. Para suplir estas pérdidas, semanalmente se hará una reposición de 50kg distribuido de la siguiente manera;

Componente	kg
[PdCl <sub>2</sub> ]	0,3
[CuCl <sub>2</sub> ]	35,4
[CuCl]	13,3
[HCl]	0,25

Tabla 36 – Pérdidas de catalizador por semana [kg]

De esta manera, se prevé que la renovación total del catalizador se producirá cada 3 años y 10 meses. A esto se le debe sumar la adición de agua desmineralizada para mantener los niveles de agua óptimos.

## Diseño mecánico

Cálculo del espesor del recipiente utilizando norma ASME sección VIII:

$$t = c_1 + c_2 + \frac{PR_{rec}}{SE - 0,6P}$$

Siendo:

$$R_{rec} = \text{radio del reactor}$$

$$S = \text{tension maxima admisible del material}$$

$$E = \text{eficiencia de la soldadura}$$

$$c_1 = \text{Espesor por corrosion}$$

$$c_2 = \text{toleracion a la fabricaci3n}$$

$$P = \text{Presi3n de dise1o}$$

Este equipo opera a presi3n, superior a la atmosf3rica, concretamente a 3 atm. Tambi3n se debe tener en cuenta la presi3n hidrost3tica que ejerce el l3quido. A la hora del dise1o se tuvo en cuenta un sobredimensionamiento del 20% tanto para la presi3n como para la temperatura.

C3lculo de presi3n de dise1o:

$$P_T = 1,2 \times (P_0 + P_H)$$

Siendo:

$$P_0 = \text{Presion manometrica del recipiente}$$

$$P_H = \text{Presion hidroestatica del liquido}$$

Esta 3ltima se la calcula como:

$$P_H = L_{liq} \times \rho_{liq} \times g$$

Siendo:

$$L_{liq} = \text{Altura del liquido}$$

$$\rho_{liq} = \text{densidad del liquido}$$

$$g = \text{aceleracion de la gravedad}$$

De esta manera se obtiene que

$$P_H = 9,5m \times 1000 \frac{kg}{m^3} \times 9,8 \frac{m}{s^2} = 0,92 \frac{kg}{cm^2}$$

Luego siendo:

$$P_0 = 3 \frac{kg}{cm^2}$$

$$P_T = 1,2 \times (3 + 0,92) \frac{kg}{cm^2} = 4,7 \frac{kg}{cm^2} \cong 5 \frac{kg}{cm^2}$$

Para el valor del límite elástico del material, es necesario saber la temperatura de diseño del reactor. La temperatura de operación es conocida,  $T_{op} = 140$ , por lo que la de diseño se sobredimensiono un 20%. Por lo tanto, la temperatura de diseño es de 168 °C.

La tensión máxima admisible del Acero al Carbono A 285 Gr.A (A-134) es:

Los números en paréntesis se refieren a las notas para las Tablas del apéndice A; las especificaciones son ASTM a menos que se especifique de otra forma.

Material	No. de espec.	N.° P o N.° S (5)	Grado	No. UNS	Notas	Temp. mín. °F (6)	Mín. esfuerzo especificado, ksi		Temp. mín.		
							Tensión	Elasticidad	a 100	200	300
<b>Acero carbón tuberías y tubos (2)</b>											
A 285 Gr. A	A 134	1	...	...	(8b)(57)	B	45	24	15,0	14,7	14,2
A 285 Gr. A	A 672	1	A45	K01700	(57)(59)(67)	B	45	24	15,0	14,7	14,2
Soldadura a tope Smls y ERW	API 5L	S-1	A25	...	(8a)	-20	45	25	15,0	15,0	14,7
	API 5L	S-1	A25	...	(57)(59)	B	45	25	15,0	15,0	14,7
...	A 179	1	...	K01200	(57)(59)	-20	47	26	15,7	15,7	15,3
Tipo F	A53	1	A	K02504	(8a)(77)	20	48	30	16,0	16,0	16,0
...	A 139	S-1	A	...	(8b)(77)	A	48	30	16,0	16,0	16,0
...	A 587	1	...	K11500	(57)(59)	-20	48	30	16,0	16,0	16,0

Tabla 37 - Tensión máxima admisible del Acero al Carbono

Interpolando a 168°C, obtenemos

$$S = 14800 \text{ PSI} = 1040,5 \frac{kg}{cm^2}$$

La eficiencia a la soldadura es de 0,85 ya que es recomendable utilizar este valor para recipientes sometidos a presión con estas características de operación y materiales.

$$E = 0,85$$

Se aplica un sobre espesor por corrosión de 3mm:

$$c_1 = 3mm$$

Y la tolerancia de fabricación se determinará como;

$$c_2 = 1mm$$

El espesor del cuerpo del reactor será:

$$t = 3mm + 1mm + \frac{5 \frac{kg}{cm^2} \times 1500mm}{1040,5 \frac{kg}{cm^2} \times 0,85 - 0,6 \times 5 \frac{kg}{cm^2}}$$
$$t = 12,5mm$$

Para los cabezales se seleccionaron cabezales torisféricos. Su espesor será:

$$t = c_1 + c_2 + \frac{0,885 \times P \times D}{S \times E - 0,1 \times P}$$

Siendo:

$D =$  *Diametro de la columna*

$S =$  *tension maxima admisible del material*

$E =$  *eficiencia de la soldadura*

$c_1 =$  *Espesor por corrosion*

$c_2 =$  *toleracion a la fabricación*

$P =$  *Presión de diseño*

$$t = 3mm + 1mm + \frac{0,885 \times 5 \frac{kg}{cm^2} \times 3000mm}{1040,5 \frac{kg}{cm^2} \times 0,85 - 0,1 \times 5 \frac{kg}{cm^2}}$$
$$t = 19mm$$

Por lo tanto, el espesor a utilizar para la construcción total del equipo será de 19mm.



### Revestimiento de aleación de Titanio

Debido a la corrosión generada por el HCl y a las altas temperaturas, se hará un revestimiento del reactor con una aleación de  $Ti_6Al_4V$ .

Cálculo del espesor del recipiente utilizando norma ASME sección VIII:

$$t = c_1 + c_2 + \frac{PR_{rec}}{SE - 0,6P}$$

El espesor del cuerpo del reactor será:

$$t = 3mm + 1mm + \frac{5 \frac{kg}{cm^2} \times 1500mm}{8973,5 \frac{kg}{cm^2} \times 0,85 - 0,6 \times 5 \frac{kg}{cm^2}}$$
$$t = 5mm$$

Para los cabezales se seleccionaron cabezales torisféricos. Su espesor será:

$$t = 3mm + 1mm + \frac{0,885 \times 5 \frac{kg}{cm^2} \times 3000mm}{8973,5 \frac{kg}{cm^2} \times 0,85 - 0,1 \times 5 \frac{kg}{cm^2}}$$
$$t = 17mm$$

Por lo tanto, el espesor a utilizar para la construcción total del equipo será de 17mm.

### Aislante térmico

Debido a que la temperatura superficial de la pared del reactor puede alcanzar hasta 160 °C se dispondrá de una aislación para minimizar las pérdidas de calor del sistema y evitar la condensación del vapor. El espesor requerido según bibliografía es de 100 mm de lana de roca (Manta Spintex 342-G-125).

El volumen de aislante requerido se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$V_{aislantes} = x \times S$$

Siendo,

$$x = \text{espesor de aislante}$$

$$S = \text{superficie externa de la columna}$$

La superficie externa de la columna se calcula con la siguiente expresión:

$$S = \pi \times D_{ext} \times H + \frac{\pi}{16} \times D_{ext}^2$$

$$S = \pi \times 3,33m \times 11,85m + \frac{\pi}{16} \times 9m$$

$$S = 125,8 m^2$$

## Dispensor del reactor

Para conseguir el contacto gas-líquido que requiere el proceso se instala un difusor de tipo radial en la parte inferior de la columna. Se sigue el procedimiento elaborado por Kulkarni (2009) para el diseño del difusor radial. Este consiste en los siguientes pasos:

1. Estimación de la velocidad mínima de operación y de la velocidad crítica de operación

$$V_{min} = 0,44 \left(\frac{L}{d_0}\right)^{-0,12} \left(\frac{\Delta x}{d_0}\right)^{-0,145} \left(\frac{H_L}{d_0}\right)^{0,67}$$

$$V_{critica} = 1,25 \sqrt{\left(\frac{(\rho_L - \rho_G)gd_0}{\rho_G}\right)} 0,44 \left(\frac{L}{d_0}\right)^{-0,12} \left(\frac{\Delta x}{d_0}\right)^{-0,145} \left(\frac{H_L}{d_0}\right)^{0,67}$$

Siendo:

$L$  = distancia de cada tubo difusor. Se define como el 80% del radio de la columna.

$d_0$  = diámetro de orificio. Se le asigna un valor típico de 4mm

$\Delta x$  = distancia entre orificios. Se fija en 2 cm por bibliografía

$H_L$  = *Altura de liquido de la columna.*

$\rho_L$  y  $\rho_G$  = Densidades del líquido y del gas.

$g$  = *aceleración de la gravedad*

Datos			
$L$	1,181	$\rho_L$	1000,000
$d_0$	0,004	$\rho_G$	2,530
$\Delta x$	0,020	Gravedad	9,800
$H_L$	9,482		

Tabla 38 – Dimensiones del dispensor

Se obtienen los siguientes valores de velocidades:

$V_{critica}$	$28 \frac{m}{s}$
$V_{min}$	$32 \frac{m}{s}$

Tabla 39 – Velocidades

A partir de valores inferiores de 28 m/s produce inundación de los orificios del difusor. Es recomendable impulsar el gas a una velocidad mínima de 32 m/s.

2. Estimación del número de orificios del difusor, a partir de la ecuación de continuidad:

$$n = \left( \frac{D^2 V_g}{V_{crítica} d_0^2} \right)$$

Siendo

$D$  = diametro del reactor

$V_g$  = Velocidad superficial del gas

$V_{crítica}$  = velocidad de inundación

$d_0$  = diámetro de orificio.

<i>Datos</i>	
$D$	3m
$V_g$	0,1 $\frac{m}{s}$
$V_{crítica}$	28 $\frac{m}{s}$
$d_0$	4mm

Tabla 40 – Dimensiones y velocidades

Obteniendo un total de 1957 orificios.

### 3. Estimación de la longitud lineal total de difusor radial

$$L_{difusor} = \Delta x \times n$$

Se calcula una longitud total de difusor de 39,1 metros.

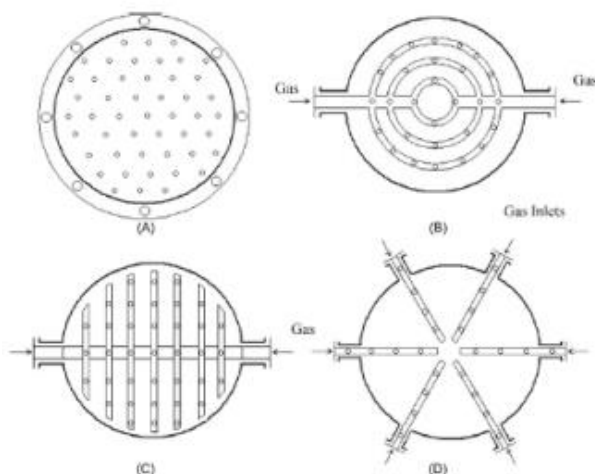


Figura 22 – Tipos de difusores

Distintos tipos de difusor para columnas de burbujeo: a) difusor de plato perforado; b) difusor de anillos; c) difusor de araña; d) difusor radial.


Se ha escogido un difusor de anillos ya que según la bibliografía es adecuado para velocidades superficiales de gas relativamente bajas, como es el caso del reactor del proceso. Considerando, que el reactor posee un radio de 1,5 m, se colocaran 7 anillos concéntricos ubicados cada 15 centímetros cada uno.

	Radios (m)	Perímetro del anillo (m)	
Anillo 1	1,4	8,8	m
Anillo 2	1,25	7,9	m
Anillo 3	1,1	6,9	m
Anillo 4	0,95	6,0	m
Anillo 5	0,8	5,0	m
Anillo 6	0,65	4,1	m
Anillo 7	0,5	3,1	m
	Total	41,8	

## Hoja de especificación

UTN - FRLP	HOJA DE ESPECIFICACIÓN REACTOR DE BURBUJEO		INTEGRACIÓN V PROYECTO FINAL	
DENOMINACIÓN: REACTOR DE OXIDACIÓN DE ETILENO.				
UNIDAD: R-101				
SERVICIO: REACTOR PRINCIPAL DE PRODUCCION DE ACETALDEHIDO				
DATOS GENERALES				
DENOMINACION DE EQUIPO	REACTOR DE BURBUJEO	HOJA	1 de 3	
FUNCIÓN	OXIDAR EL ETILENO PARA PRODUCIR EL ACETALDEHIDO			
DATOS DE OPERACIÓN				
FLUIDO	REACTIVOS	GAS	13050	kg/h
	CATALIZADOR	SOLIDO	9850	kg
		LIQUIDO	136	m <sup>3</sup>
TEMPERATURA DE OPERACIÓN	°C	140		
PRESION DE OPERACIÓN	kg/cm <sup>2</sup>	3		
CAUDAL DE OPERACIÓN	kg/h	14765		
CAUDAL MAXIMO	kg/h	17718		
CAUDAL MINIMO	kg/h	11812		
DENSIDAD DEL GAS	kg/m <sup>3</sup>	2,57		
DATOS DE CONSTRUCCIÓN				
VOLUMEN TOTAL	m <sup>3</sup>	114		
DIAMETRO INTERIOR	mm	3000		
DENSIDAD DEL GAS	kg/m <sup>3</sup>	2,57		
LONGITUD				
SECCION DE BURBUJEO	mm	12000		
DIFUSOR	mm	254		
CABEZALES	mm	1200		
TOTAL	mm	13454		
POSICIONAMIENTO	VERTICAL			
ESPEJOR	mm	136		
PESO VACIO	kg	22500		
PESO EN OPERACIÓN	kg	111564		
PESO LLENO DE AGUA	kg	121460		
DATOS DE DISEÑO				
TEMPERATURA DE DISEÑO	°C	300		
TEMPERATURA MAXIMA	°C	140		
PRESION DE DISEÑO	kg/cm <sup>2</sup>	5		
CAIDA DE PRESION	kg/cm <sup>2</sup>	0,45		
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	EXTERIOR	ACERO AL CARBONO		
	ESPEJOR EXTERIOR	19	mm	
	INTERIOR	ALEACIÓN DE TITANIO		
	ESPEJOR INTERIOR	17	mm	
	AISLANTE	LANA DE ROCA		
	ESPEJOR AISLANTE	100	mm	
TIPO DE CABEZAL	TORIESFÉRICO			
LONGITUD DEL CABEZAL	mm	600		

DATOS GENERALES		HOJA	2 de 3
DISPERSOR			
VELOCIDAD	CRÍTICA	28	m/s
	MÍNIMA	31	m/s
NÚMERO DE ORIFICIOS	-	1957	
LONGITUD DEL DIFUSOR	m	39,1	
TIPO DE DIFUSOR	DE ANILLOS		
CONEXIONES			
ALIMENTACIÓN	A	OXÍGENO VIRGEN	
	B	ETILENO, RECIRCULACION DE MP Y HCL	
	C	SOLUCIÓN CATALITICA RECIRCULADA	
SALIDA DE PRODUCTOS	D	SALIDA SUPERIOR	
ESQUEMA			

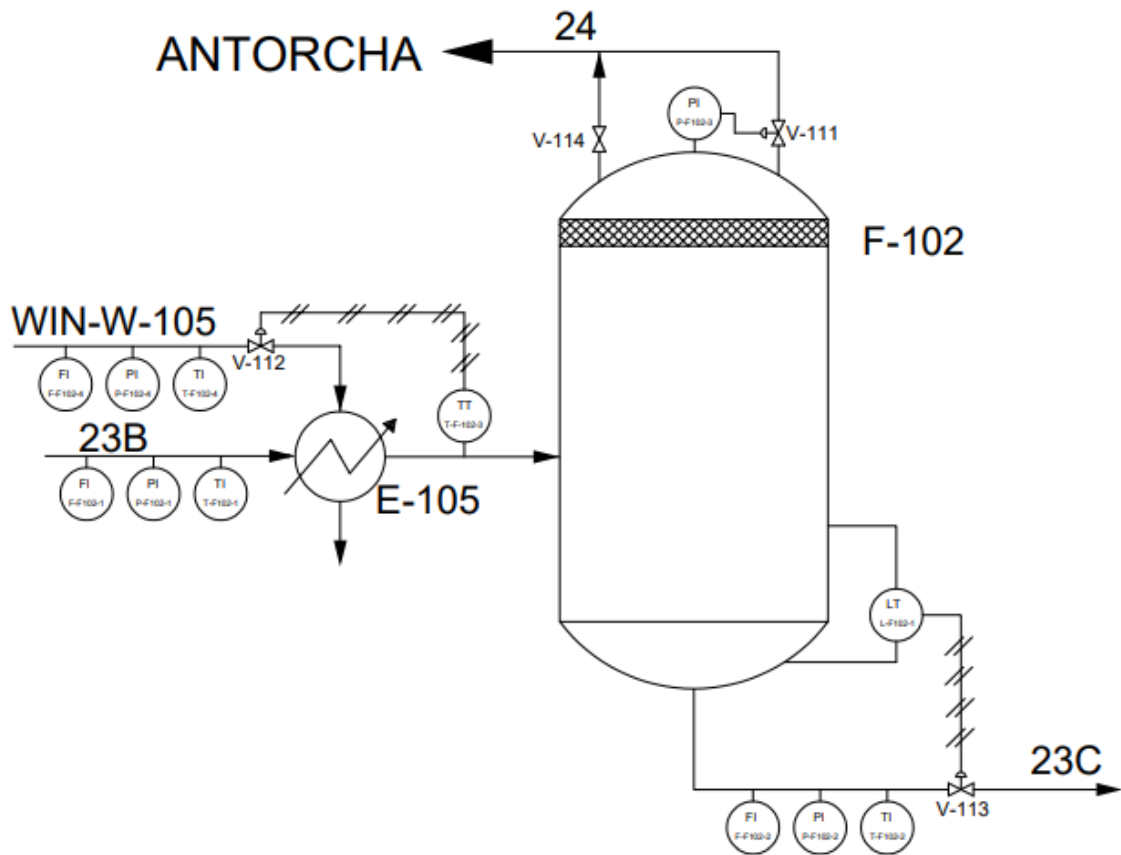
UTN - FRLP	HOJA DE ESPECIFICACIÓN REACTOR DE BURBUJEO		INTEGRACIÓN V PROYECTO FINAL
DENOMINACIÓN: SOLUCIÓN CATALITICA			
UNIDAD: R-101			
SERVICIO: CATALIZADOR DE LA UNIDAD DE REACCIÓN R-101			
DATOS CATALIZADOR			
TIPO	SOLUCIÓN LIQUIDA		
DENSIDAD	$kg/m^3$	1000	
COMPOSICIÓN EN PESO	$[PdCl_2]$	0,044%	
	$[CuCl_2]$	5,200%	
	$[CuCl]$	1,960%	
	$[HCl]$	0,037%	
VOLUMEN	$m^3$	136	



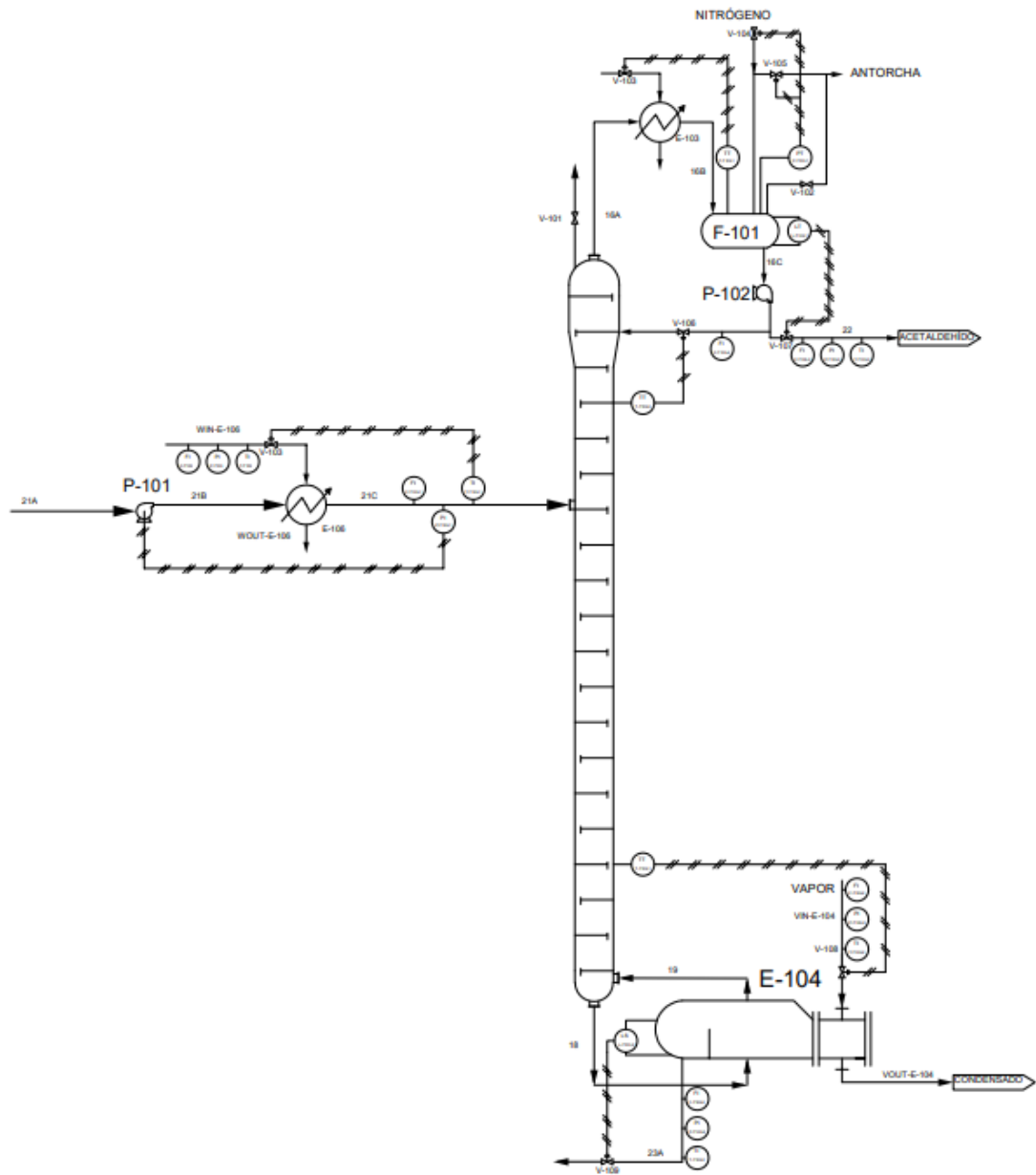
## 8 - Diagramas y planos

### 8.1- Control automático

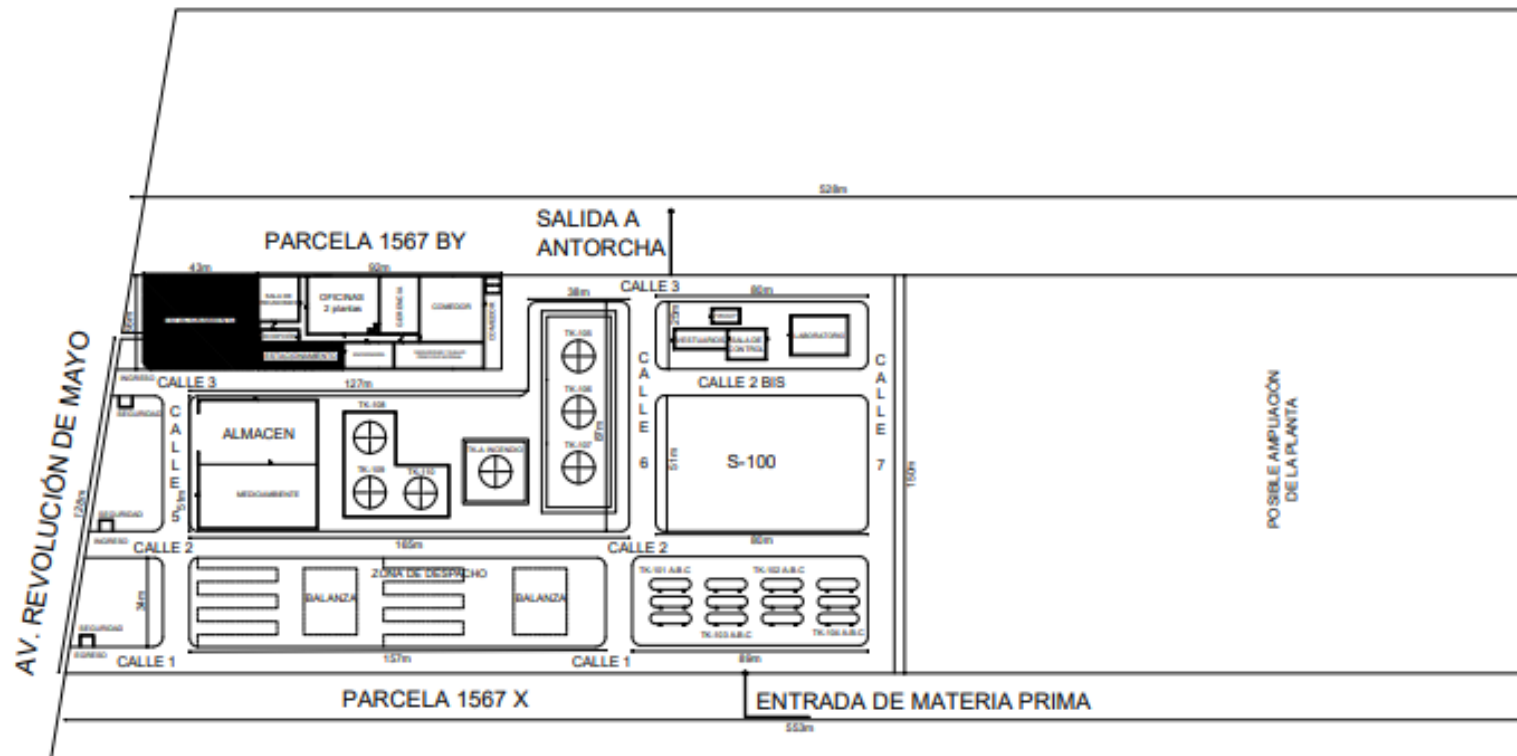
#### 8.1.1 – P&ID F-102



### 8.1.2 – P&ID T-103



## 8.2. Lay out



### **8.2.1- Definición de áreas**

Pasaremos a definir las áreas correspondientes a cada parte del proceso, así como el almacenamiento, las oficinas, entre otras cosas. Las superficies se calcularán a partir de los datos de diseño y del PFD. Finalmente, se presentará el Plot-Plan de la planta.

#### **Área de producción**

Se refiere al sector de la planta donde se ubican todos los equipos necesarios para la transformación del Etileno y el Oxígeno en Acetaldehído. Es decir, desde la recepción por ducto de la materia prima, hasta la P-102, que envía la corriente de salida de la torre T-103, es decir, el producto final. Esta sección no considera el parque de tanques.

Para la determinación del área y la distribución de los equipos, se considera no sólo el espacio ocupado por cada equipo, sino también el espacio mínimo necesario de separación entre equipos y las áreas libres para desmontaje, limpieza o reparaciones.

El área total es de  $4100 m^2$ .

#### **Sala de control**

Desde la sala de control, o sala de tableros, se llevan a cabo las tareas de operación, supervisión y control de la planta, manipulando variables mediante la observación de los lazos de control. En esta sala se encuentran las estaciones de control, con los controladores donde se puede visualizar el diagrama de flujo de la planta, los lazos, los indicadores de las variables a manipular. Se observan también las alarmas. En la sala de control debe haber espacio suficiente para la colocación de computadoras y consolas.

La sala de control está ubicada cerca del área de producción. La superficie total es de  $154 m^2$ .

## **Sala de descanso, comedor y cocina**

Se contempla un área para el descanso de los operadores, como así también las áreas tanto de preparación de alimentos y de comedor.

Este sector está ubicado en el edificio principal. La superficie total es de 800 m<sup>2</sup>.

## **Oficinas**

Las oficinas estarán destinadas para:

La Gerencia y su Secretaría;

el personal de RR.HH.;

el personal de Administración;

parte del personal de Producción (Coordinador de Operaciones, jefes);

parte del personal de Servicio Técnico (jefes, Ingenieros de Procesos);

parte del personal de Mantenimiento (jefes, especialistas, administrativos);

personal de Comunicación con Colectivos Sociales y Comité de Crisis.

El propósito de este sector de oficinas es contar con un espacio desde el cual se pueda dirigir y coordinar la empresa, llevando a cabo cada uno sus tareas correspondientes y realizando las reuniones pertinentes.

Las oficinas están ubicadas en el edificio principal. La superficie total es de 1675 m<sup>2</sup>.

## **Medioambiente**

En este sector estarán las oficinas del “departamento de gestión ambiental” el cual se encargará de:

Cumplimiento normativo: Asegurarse de que la empresa cumple con todas las leyes y regulaciones ambientales aplicables. Esto puede incluir la gestión de permisos, informes de cumplimiento y auditorías ambientales.

Desarrollo de políticas ambientales: Establecer políticas internas que promuevan la responsabilidad ambiental y sostenibilidad.

**Gestión de residuos:** Desarrollar estrategias para minimizar la generación de residuos y gestionar de manera adecuada los desechos producidos por la empresa, ya sea a través del reciclaje, la reutilización o la disposición segura.

**Eficiencia energética:** Identificar oportunidades para mejorar la eficiencia energética y reducir la huella de carbono de la empresa. Esto puede incluir la implementación de tecnologías más limpias y la adopción de prácticas de ahorro de energía.

**Monitoreo y medición:** Establecer sistemas para monitorear y medir el desempeño ambiental de la empresa, lo que puede incluir el seguimiento de emisiones, consumo de agua y otros indicadores relevantes.

**Gestión de crisis ambientales:** Prepararse para responder a emergencias ambientales, como derrames de productos químicos, y desarrollar planes de contingencia para minimizar los impactos.

Este sector se encuentra contigua al almacén. La superficie total es de  $790 m^2$ .

### **Parque de tanques de almacenamiento**

En este sector estarán ubicados todos los tanques, tanto los de insumos como los de producto final, producto fuera de especificación, y agua de incendios. Para el diseño del parque se analiza la Ley Nacional N° 13.660, relativa a la seguridad de las instalaciones de elaboración, transformación y almacenamiento de combustibles. Los tanques atmosféricos deben tener un recinto para la contención de derrames ante una falla o accidente. La capacidad mínima del recinto de un tanque es el 110% del volumen útil del mismo. Los muros del recinto se construyen de hormigón para que resulten herméticos a los líquidos y resistan la presión estática del eventual derrame, con un ancho en el coronamiento de por lo menos 0,50 m.

Este sector se encuentra entre el área de producción y el edificio principal. La superficie total es de  $9750 m^2$ .

### **Enfermería, seguridad y salud preocupacional y vestuario**

Ambos sectores están ubicados en el edificio principal. Se destinan  $490 m^2$  para la enfermería y la sección de seguridad y salud preocupacional, y  $136 m^2$  para el vestuario.

## **Área de almacén**

En este sector estarán almacenadas diferentes piezas, repuestos e insumos que pueda requerir el mantenimiento de planta, accesorios, materiales, catalizadores; también ropa de trabajo, elementos de protección personal, entre otras cosas.

El área de almacenes se ubica al lado del área de producción. La superficie total es de  $1060\text{ m}^2$ .

## **Laboratorio**

En el laboratorio se realizarán todos los ensayos requeridos para asegurar la calidad del producto en los diferentes estados del proceso, desde la recepción de la materia prima hasta el despacho del producto final al cliente, pudiendo de esta manera corroborar que las corrientes están dentro de especificación, y que los equipos están operando tal y como lo muestran los programas que se verifican en la sala de control.

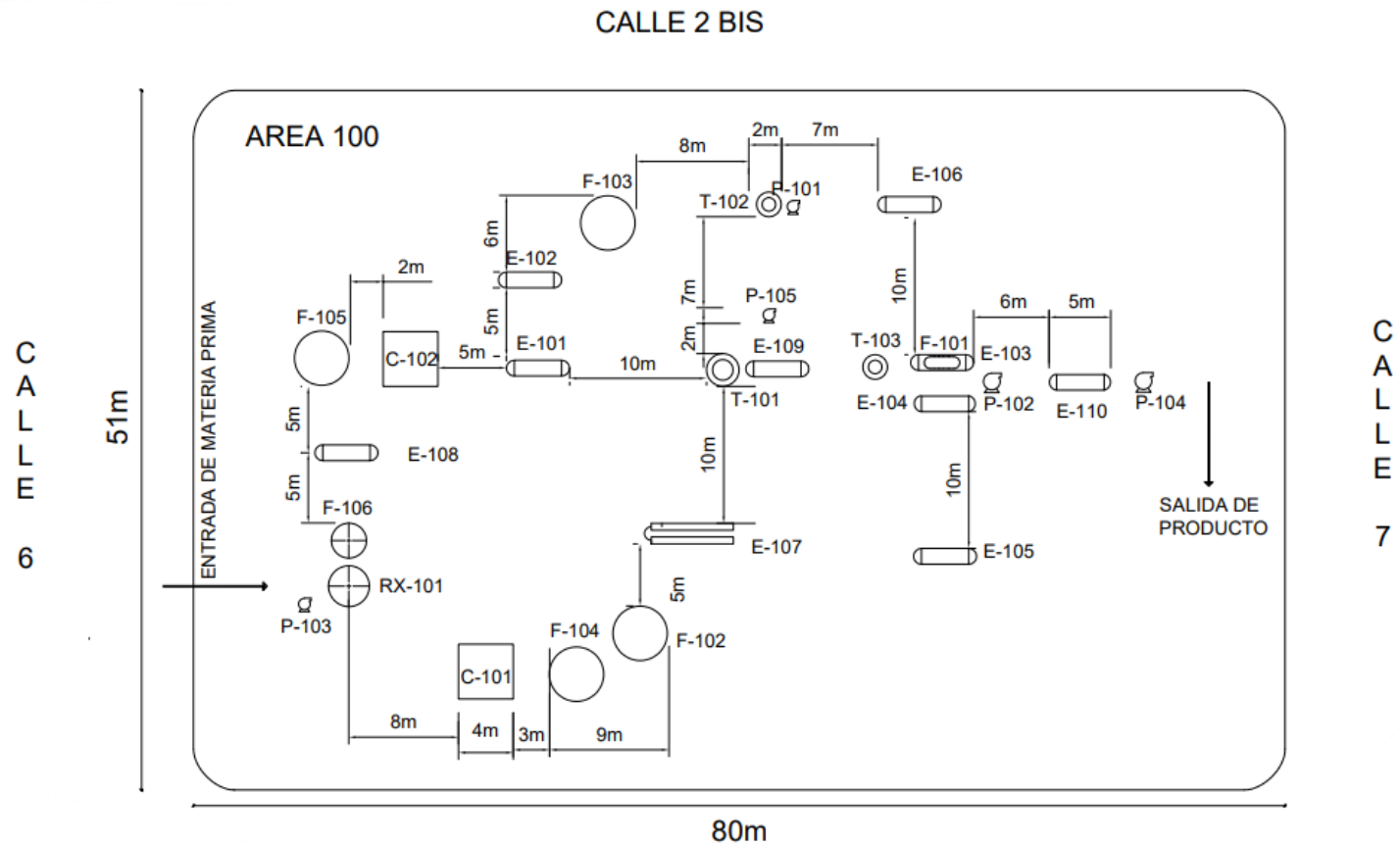
El laboratorio está ubicado junto a la Sala de Control. La superficie total es de  $300\text{ m}^2$

**Superficie total de la planta:  $81.000\text{ m}^2$ .**

**Superficie total ocupada:  $45.000\text{ m}^2$**

### 8.3- Plot- Plan

La distribución de los equipos dentro del área de producción, así como la ubicación de cada sector descrito anteriormente, puede verse en el Plot-Plan del proceso. Dicho apartado se encuentra en la sección denominada “Anexo”.





## 9 - ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

### 9.1 - Introducción

El propósito de este Estudio de Impacto Ambiental (EIA) es examinar la operación de una planta de Acetaldehído en el Parque Industrial Bahía Blanca, con el objetivo de obtener el Certificado de Aptitud Ambiental (CAA) por parte del Ministerio de Ambiente de la Provincia de Buenos Aires (ex OPDS). El proyecto deberá cumplir los requisitos establecidos por la Ley 15.107, que define las siguientes fases:

Se llevará a cabo una evaluación exhaustiva etapa operativa, teniendo en cuenta los productos y subproductos, así como los materiales de desecho, entre otros factores relevantes. La finalidad es asegurar que el proyecto cumpla con los estándares ambientales necesarios para obtener la aprobación del CAA.

### 9.2 - Cumplimiento normativo

#### 1. Normativa Nacional (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación)

- **Residuos peligrosos:** Ley 24.051. Decreto Reglamentario 831/93.

#### 2. Normativa Provincial (Ministerio de Ambiente PBA)

- **Residuos:** Ley N° 11720. Residuos Especiales. Decreto N° 650/2011.
- **Emisiones:** Ley 5965. Ley de protección a las fuentes de provisión y a los cursos y cuerpos receptores de agua y a la atmósfera. Decreto 1074/2018. Reglamento de Ley 5965.
- **Impacto Ambiental:** Ley N° 11723. Ley Integral del Medio Ambiente y los Recursos Naturales. Resolución 492/2019. Anexo I (Establece el procedimiento de EIA).
- **Radicación Industrial:** Ley N° 11459. Resolución N° 28/2021. Pautas para la implementación de la nueva fórmula de Clasificación del Nivel de Complejidad Ambiental (CNCA).

#### 3. Autoridad del Agua (ADA)

- **Gestión de permisos:** Resolución 2222/19.

### 9.3 - Nivel de Complejidad Ambiental – NCA

En el presente apartado, se procederá a determinar el grado de complejidad ambiental vinculado al proyecto de producción de cloruro de vinilo, utilizando los parámetros definidos en la resolución 1639/07 de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. La determinación del Nivel de Complejidad Ambiental (NCA) se realiza mediante la aplicación de la siguiente ecuación polinómica:

$$NCA = Ru + Lo + Di + E_f R_e E_m + Sp$$

Este cálculo es esencial para evaluar y comprender la complejidad ambiental inherente al proceso de obtención de acetaldehído.

- 1. Rubro (Ru):** De acuerdo con el anexo I de la resolución 1639/07 se reconocen tres grupos de industrias. En nuestro caso, el proyecto planteado corresponde al grupo “Fabricación de sustancias y productos químicos” (Código 201199) que abarca la fabricación de materias químicas orgánicas básicas n.c.p. Por lo tanto, pertenecemos al grupo 3 con un **valor de 23 puntos**.

201199	Fabricación de materias químicas orgánicas básicas n.c.p.	La fabricación de productos químicos básicos a partir de gas natural- etano - propano - butano - en otras unidades diferentes de las refinerías de petróleo La producción de aromáticos como:- benceno - tolueno - xilenoLa producción de alquenos u olefinas como:- butileno - estireno - etileno - propileno La producción de:- alcoholes (excepto el etílico) - isopropílico - acetona - formaldehído o formol La producción de ácidos y anhídridos orgánicos:- acético - ácido tartárico - anhídridos maleico - ftálico - monocarboxílicos - policarboxílicos La producción de:- anilinas - carbón vegetal - cíclicos saturados y no saturados - fenoles - feno-alcoholes - glicerol con una pureza mayor al 95% - glicerol sintético a partir de productos del petróleo - hidrocarburos acíclicos - metilaminaLa destilación de alquitrán de hulla.La preparación de enzimas procedentes de microorganismos como por ejemplo:- amilasas - cuajo - pepsinaIncluye la fabricación sustancias químicas para la elaboración de sustancias plásticas.	La producción de glicerol con una pureza inferior al 95% (subclase 20.231). La extracción de metano, etano, butano y propano en el yacimiento (subclase 06.200).La producción de alcohol etílico a partir de materiales fermentados (subclase 20.121).La producción de etano, butano y propano en la refinería de petróleo (subclase 19.200).La fabricación de ácido nítrico y la fabricación de abonos nitrogenados y compuestos de nitrógeno, aun cuando esos productos no sean utilizados como abonos (subclase 20.130). La fabricación de cloruro amónico (subclase 20.130).La fabricación de carbonatos amónicos (subclase 20.130).La fabricación de plásticos en formas primarias y de caucho sintético (subclase 20.140).La fabricación de glicerina cruda (subclase 20.231).La fabricación de aceites esenciales (subclase 20.290).Producción e industrialización de metanol (alcohol metílico) (act. 201191)	3
--------	---	---	---	---

Tabla 41 – Rubro: Fabricación de materias químicas orgánicas básicas.

### **Rubro: 23**

**2. Localización (Lo):** La localización del establecimiento tendrá en cuenta la zonificación municipal y la infraestructura de servicios que posee.

- Zona:
  - Parque industrial = valor 0;
  - industrial Exclusiva y Rural = valor 1;
  - el resto de las zonas = valor 2.

El proyecto estará localizado en el Parque Industrial Bahía Blanca; **corresponde el valor 0.** Infraestructura de servicios:

- Agua, Cloaca, Luz, Gas. Por la carencia de cada uno de ellos se asigna 0,5.

Al ser un parque industrial, no hay carencia de ninguno de esos servicios; **valor 0.**

**Localización total: 0.**

**3. Dimensionamiento (Di):** La dimensión del establecimiento tendrá en cuenta la dotación de personal, la potencia instalada y la superficie:

- Cantidad de personal:
  - Hasta 15 personas = valor 0
  - entre 16 y 50 personas = valor 1
  - entre 51 y 150 personas = valor 2
  - entre 151 y 500 personas = valor 3
  - más de 500 personas = valor 4.

Debido a que el personal seleccionado es de 150 personas; corresponde un **valor de 2.**

- Potencia instalada (en HP):
  - Hasta 25: adopta el valor 0;
  - de 26 a 100: adopta el valor 1;
  - de 101 a 500: adopta el valor 2;
  - mayor de 500: adopta el valor 3.

En base a la cantidad de equipos seleccionados, se estima una potencia instalada entre 101 a 500 HP; por lo tanto, corresponde un **valor de 2**.

- Relación entre Superficie cubierta y Superficie total:
  - Hasta 0,2: adopta el valor 0;
  - de 0,21 hasta 0,5 adopta el valor 1;
  - de 0,51 a 0,81 adopta el valor 2;
  - de 0,81 a 1,0 adopta el valor 3.

Contaremos con una relación de superficie cubierta y superficie total de entre 0,51 a 0,81; por lo tanto, corresponde el **valor de 2**.

**Dimensionamiento total: 7**

**4. Efluentes y Residuos (EfReEm)**

Teniendo en cuenta que nuestros efluentes son:

- Oxígeno
- Etileno
- Crotonaldehído

Donde el oxígeno y etileno se encuentran en estado gaseoso y el crotonaldehído en estado líquido.

Los mismos, según la Ley 11720, perteneces al grupo:

Y) 6	Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos.-
------	---

Y considerando que algunos de ellos son explosivos y líquidos inflamables:

1	H1	Explosivos: Por sustancia explosiva o desecho se entiende toda sustancia o desecho sólido o líquido (o mezcla de sustancias o desechos) que por sí misma es capaz, mediante reacción química, de emitir un gas a una temperatura, presión y velocidad tales que puedan ocasionar daño a la zona circundante.-
3	H3	Líquidos Inflamables: Por líquidos inflamables se entiende aquellos líquidos o mezcla de líquidos o líquidos con sólidos en solución o suspensión (por ejemplo pinturas, barnices, lacas, etc., pero sin incluir sustancias o desechos clasificados de otra manera debido a sus características peligrosas) que emitan vapores inflamables a temperaturas no mayores de 60,5°C, en ensayos con cubeta cerrada, o más de 65,6°C, en ensayos con cubeta abierta (como los resultados de los ensayos con cubierta abierta y con cubierta cerrada no son estrictamente comparables, e incluso los resultados obtenidos mediante un mismo ensayo a menudo difieren entre sí, la reglamentación que se apartara de las cifras antes mencionadas para tener en cuenta tales diferencias sería compatibles con el espíritu de esta definición.-

*Tabla 42 – Grupos según Ley 11720*

Luego, a partir de lo establecido por la Autoridad del Agua en la Resolución N° 336/03, nuestra industria pertenece a:

<b>CODIGO</b>	<b>NIVEL DE RIESGO</b>	<b>RAMA DE ACTIVIDAD</b>
13909	3	Productos químicos diversos, no clasificados en otra parte.

*Tabla 43 – Fuente: Autoridad del Agua. Resolución N° 336/03*

Y, por último, de acuerdo con la escala de Ringelmann, conforme lo establecido en el Decreto 1074/18, reglamentario de la Ley n° 5695/59. Y en virtud del principio precautorio, debido a que se desconocen las concentraciones de efluentes de la planta, para encontrarnos dentro de la escala de Ringelmann, los valores de “Umbrales de olor (ppm en volumen) son:

- Acetaldehído: 0,21

En base a lo mencionado anteriormente, este apartado tendrá la siguiente ponderación:

TIPO	CARÁCTERÍSTICA
Residuos sólidos, líquidos y/o semisólidos	Genera residuos especiales en el proceso industrial
	3
Efluentes líquidos	Genera efluentes líquidos con necesidad de tratamiento previo a su vuelco
	3
Emisiones gaseosas	Genera emisiones con componentes distintos a la combustión del gas natural y/ al vapor de agua
	3

*Tabla 44 – Ponderación Efluentes y Residuos*

**Efluentes y residuos total: 9**

## 5. Componente de sustancias peligrosas (SP)

Considerando que:

RIEGO POR MANIPULACIÓN DE SUSTANCIAS PELIGROSAS	PUNTAJE
No manipula sustancias peligrosas	0
Manipula sustancias o mercancías peligrosas solo en actividades de mantenimiento, intendencia, control de calidad u otras actividades auxiliares.	1
Manipula sustancias o mercancías incluidas en el listado como parte del proceso productivo	3

*Tabla 45 – Ponderación de riesgo de manipulación de sustancias peligrosas*

En base a lo establecido por la resolución 195-1997, el etileno es considerado una sustancia de “CLASE 1”, ya que, es una sustancia que es demasiado peligrosas para ser transportadas. Código numérico: 239

Luego, el Oxígeno, comprende a la “Clase 5.1: SUSTANCIAS OXIDANTES O COMBURENTES”, ya que, pueden contribuir a la combustión de otros materiales. Código numérico: 225

Y, por último, nuestro producto “Acetaldehído” es considerado de “Clase 3: LIQUIDOS INFLAMABLES”, ya que, despiden vapores inflamables a una temperatura igual o inferior a SESENTA GRADOS CELSIUS CON CINCO DECIMAS (60,5°C). Código numérico: 30

Y, de esta manera, se obtiene que;

RIEGO POR MANIPULACIÓN DE SUSTANCIAS PELIGROSAS	PUNTAJE
Manipula sustancias o mercancías incluidas en el listado como parte del proceso productivo	3

*Tabla 46 – Ponderación obtenida*

### **Componente de sustancias peligrosas: 3**

## Puntaje final

Considerando los resultados obtenidos se calcula el puntaje final de nuestra industria:

Inciso	Puntaje
Ru	23
Lo	0
Di	7
Ef Re Em	9
Sp	3
<b>Total</b>	<b>42</b>

Tabla 47 – Puntaje final obtenido

Y considerando que;

NIVEL DE COMPLEJIDAD AMBIENTAL	CATEGORIA DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL
Hasta 15 puntos	PRIMERA
+ 15 y – 26	SEGUNDA
+ 26	TERCERA

Tabla 48 – Categoría del establecimiento de acuerdo al puntaje

Nuestro establecimiento será considerado de **tercera categoría**, ya que NCA > 26.



#### 9.4 - Identificación de actividades con impacto ambiental

En el presente apartado se llevará a cabo una evaluación exhaustiva para identificar y examinar posibles medidas de mitigación destinadas a contrarrestar cualquier actividad con potencial para causar daño al entorno ambiental o afectar a las personas. Se tomarán en cuenta las fases de producción y desmantelamiento de las instalaciones, así como posibles eventualidades. El estudio de impacto ambiental de la fase de construcción lo realizará la empresa contratada para dicha etapa.

##### Etapa de producción

Actividades	Implicancias ambientales
<p>1. Operación de la planta: incluye todas las acciones relacionadas con el proceso productivo.</p> <p>2. Cuidado y mantenimiento de las instalaciones: comprende tanto las labores de mantenimiento preventivo como correctivo.</p> <p>3. Manejo de residuos: implica el transporte, tratamiento y disposición adecuada de los desechos generados.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Calidad del aire: es posible la generación de emisiones gaseosas.</li><li>• Suelo: podría experimentar impactos derivados de derrames de productos o residuos.</li><li>• Aguas: podrían sufrir alteraciones debido a derrames de productos o residuos.</li><li>• Contaminación sonora: aumentará por la actividad de bombas y compresores.</li></ul>

*Tabla 49 – Actividades con impacto ambiental en la etapa de producción*

## Etapa de abandono

Actividades	Implicancias ambientales
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tránsito: uso de vehículos y maquinaria.</li> <li>2. Desarme: desmantelamiento de las estructuras y acondicionamiento del espacio.</li> <li>3. Gestión de residuos: abarca la gestión de chatarra, residuos urbanos y residuos especiales.</li> <li>4. Emisión de ruido y vibraciones.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad del aire: emisiones gaseosas de vehículos y maquinaria vial.</li> <li>• Contaminación sonora: la actividad generará ruidos considerables.</li> </ul>

*Tabla 50 – Actividades con impacto ambiental en la etapa de abandono*

## Eventualidades

Eventualidades	Implicancias ambientales
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Corte de suministro eléctrico</li> <li>2. Derrames</li> <li>3. Explosiones</li> <li>4. Incendios</li> <li>5. Emisiones accidentales</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad del aire: materiales particulados, gases de combustión en incendios, explosiones y emisiones accidentales.</li> <li>• Suelo: posibles derrames de productos y residuos.</li> <li>• Agua subterránea y superficial: potenciales derrames de sustancias químicas peligrosas.</li> <li>• Contaminación sonora: muy importante en explosiones o incendios.</li> </ul>

*Tabla 51 – Actividades con impacto ambiental asociadas a eventualidades*

## 9.5 - Medidas de mitigación

1. Conforme a los riesgos identificados por el Programa de Seguridad de la Obra, se llevarán a cabo todas las mediciones de contaminantes en el entorno laboral, según lo estipulado en el Decreto 911/96.
2. Para minimizar los impactos derivados de la emisión gaseosa por combustión y el ruido, se sugiere que los vehículos y maquinaria de construcción posean la verificación técnica aprobada y actualizada. Asimismo, se promueve la circulación a paso de hombre dentro de la planta para prevenir posibles accidentes.
3. Se requiere informar al personal acerca de los riesgos y las prácticas seguras en el manejo de sustancias utilizadas. Es esencial anticipar y hacer obligatorio el uso de elementos de protección personal y vestimenta adecuada.
4. El personal debe contar con formación específica en el ámbito de la higiene y seguridad.
5. Es imperativo disponer de señalización en todas las áreas de trabajo y para indicar las tareas a realizar.
6. Se llevarán a cabo revisiones periódicas de seguridad e higiene en toda la planta como medida preventiva de accidentes y para garantizar el cumplimiento de las normas de seguridad laboral.
7. Serán realizadas inspecciones regulares de cañerías y mantenimiento de equipos con el objetivo de prevenir posibles fallas.
8. En situaciones de emergencia, se deben seguir los procedimientos establecidos en el plan de contingencia.

## 9.6 - Riesgos de operación

La operación de la planta implica la existencia de riesgos, ya que se manejan fluidos tóxicos, combustibles e inflamables, entre otros. El transporte de materias primas y productos a través de conductos tiene asociado la posibilidad de fugas originadas por la corrosión en las líneas de transmisión. Para mitigar este riesgo, se llevan a cabo inspecciones continuas en las líneas, válvulas, bombas, compresores, filtros y otros equipos o accesorios, con el objetivo de detectar posibles indicios de ruptura o fuga. Se programan inspecciones regulares para realizar reemplazos de tuberías o soldaduras según sea necesario. La detección oportuna de fallos es esencial para prevenir posibles catástrofes.

Una estrategia para cumplir con estos requisitos es implementar un sistema de auditorías propias, que fortalezcan la planta y faciliten la realización de auditorías externas e inspecciones.

La operación de la planta se llevará a cabo mediante un sistema de control ubicado en la sala de control, con la supervisión de un operador de tablero. Los instrumentos y controles desempeñan un papel crucial al proporcionar asistencia al proceso, marcando los valores deseados de los equipos y permitiendo ajustes en caso de cambios en el proceso.

Se estudiarán los siguientes riesgos:

1. Corte de suministro eléctrico
2. Incendio
3. Riesgos asociados al etileno y al ácido clorhídrico

### **Corte de suministro eléctrico**

Se estima que habrá al menos un corte de luz al mes. En caso de ocurrir, se requiere llevar la planta a un estado de operación seguro. Es fundamental cortar cualquier aporte de calor, para ello, la primera medida será interrumpir el suministro de vapor a todos los intercambiadores y reboilers de las columnas de destilación, así como a los demás equipos calefactores del proceso. Esto evita la presurización de los equipos.

Posteriormente, se bloqueará el ingreso de materias primas a la unidad RX-101 cerrando las válvulas neumáticas correspondientes. Los gases contenidos por el reactor serán enviados a las piletas de tratamiento, donde el gas se burbujeará en una solución de bisulfito de sodio para neutralizarlo.

La alimentación de la columna de destilación, unidades T-102 y T-103, se interrumpirá y el contenido se enviará al tanque de productos fuera de especificación para su reproceso. Para liberar la presión del sistema, se abrirán las válvulas de los acumuladores de las torres y los vapores se derivarán hacia las piletas de tratamiento, donde el gas se burbujeará en una solución de bisulfito de sodio para neutralizarlo.

## **Incendio**

La frecuencia estimada de los incendios de menor magnitud es de una vez al año. Estos incendios incluyen aquellos donde no ocurren daños a seres humanos ni pérdidas materiales importantes.

La fuente de un incendio determina la estrategia para combatirlo. Los extintores son elementos de seguridad diseñados para apagar el fuego y prevenir su propagación. La elección del extintor adecuado depende de la fuente de combustible del incendio.

La prevención de incendios se considera crucial, especialmente dado el riesgo asociado al etileno, gas inflamable utilizado en el proceso como materia prima. Se evitarán fuentes de ignición cerca del área de almacenamiento del gas y del proceso mismo.

En caso de que las medidas preventivas no sean suficientes, la detección temprana del incendio es esencial para prevenir su expansión. Los sistemas de detección están diseñados para anticipar el desarrollo de un incendio y emitir alertas mediante señales acústicas y luminosas, tanto local como remotamente. Estos sistemas incluyen componentes automáticos (detectores), sistemas manuales (pulsadores) y una sala central para el control a distancia de señales y dispositivos.

Asimismo, es crucial contar con un plan de emergencia que establezca procedimientos para que los usuarios de las instalaciones puedan prevenir y protegerse en situaciones de desastre o amenazas. Este plan debe considerar amenazas potenciales, tener una estructura organizativa adecuada y formar una brigada de emergencia con conocimientos especializados y acceso a los servicios públicos de emergencia.

Las medidas de respuesta se llevarán a cabo en colaboración entre operarios brigadistas, la gerencia de la empresa y los bomberos. Se cuenta con las siguientes herramientas para mitigar incendios:

- Agua: tanque de agua para incendios, cañerías, rociadores.
- Polvo químico.
- Extintores: Se clasifican según la fuente del incendio.
  - Tipo A: Fuego de materiales combustibles sólidos.
  - Tipo B: Fuego de líquidos combustibles (caso de acetaldehído y crotonaldehído).
  - Tipo C: Fuego de equipos eléctricos.

Emplear abundantes cantidades de agua, polvo, espuma resistente al alcohol y dióxido de carbono es recomendado. En caso de incendio, se sugiere mantener frescas las instalaciones con rocíos de agua.

### **Riesgo en operación con Etileno**

El etileno es una sustancia química sumamente inflamable y reactiva, y presenta un grave peligro de incendio y explosión. La exposición al etileno puede causar dolor de cabeza, mareo, fatiga, sensación de desmayo, confusión y pérdida del conocimiento.

Por ello, es esencial poner especial atención en la contención, identificación de fugas y en garantizar una adecuada ventilación en las áreas circundantes.

Es fundamental prevenir la generación de llamas, evitar la producción de chispas y abstenerse de fumar. Se prohíbe el contacto con superficies calientes. Se requiere ventilación adecuada, y el uso de equipos eléctricos y de iluminación a prueba de explosiones. Se recomienda el empleo de herramientas manuales que no generen chispas.

Eliminar cualquier fuente de ignición es prioritario y evacuar de inmediato la zona de riesgo. Utilizar protección personal, como un respirador con filtro para gases y vapores orgánicos, adaptado a la concentración de la sustancia en el aire. No permitir la liberación del producto químico al entorno. Absorber el residuo líquido con arena o material absorbente inerte. Posteriormente, almacenar y eliminar los residuos de acuerdo con las normativas locales. Evitar la absorción con serrín u otros absorbentes inflamables. Disipar los vapores utilizando agua pulverizada. Facilitar mediante diseño las correspondientes vías de escape y de acceso.

## **Riesgo en operación con Ácido Clorhídrico**

Para regenerar el catalizador se utiliza ácido clorhídrico. Es importante manejar el ácido clorhídrico con precaución debido a su naturaleza corrosiva y su capacidad para liberar vapores tóxicos. Se deben seguir estrictamente las normas de seguridad y utilizar el equipo de protección adecuado al trabajar con esta sustancia.

En caso de un derrame, es esencial mantenerse alejado de fuentes de agua y desagües. Si el derrame es grave se puede construir una barrera con diques de arena o tierra para contener el derrame. La utilización de neblina de agua ayuda a reducir los vapores. Para controlar el derrame, se recomienda cubrirlo con bicarbonato de sodio o con una mezcla (50:50) de hidróxido de calcio y cal sodada, asegurándose de realizar la mezcla con cuidado. Dado que la solución resultante es corrosiva, se debe almacenar para su neutralización antes de verterla en el desagüe.

### **9.7 - Tratamiento de efluentes**

#### **Residuos sólidos y efluentes líquidos o gaseosos generados en el proceso**

- Gases de antorcha.
- Catalizador agotado.
- Agua con trazas de crotonaldehído.
- Soluciones de laboratorio.
- Aceites descartados por el personal de mantenimiento.
- Trapos y guantes contaminados con aceites, grasas o algún producto químico.
- Piletas de neutralización con una solución de bisulfito de sodio

#### **Residuos generados en sectores ajenos al proceso**

- Residuos urbanos de los comedores como alimentos, material descartable, etc.
- Tarimas de madera.
- Materiales reciclables como maderas, cartones, vidrios y tambores.
- Aguas residuales de comedores, sanitarios y vestuarios.

## **Residuos especiales**

El artículo 3 de la Ley 11.720 define a los residuos especiales como: “cualquier sustancia u objeto, gaseoso (siempre que se encuentre contenido en recipientes), sólido, semisólido o líquido del cual su poseedor, productor o generador se desprenda o tenga la obligación legal de hacerlo”.

El artículo 25 exige:

- a) Adoptar medidas paulatinas tendientes a disminuir la cantidad de residuos especiales que generen, de acuerdo al cronograma que oportunamente se acuerde con el Organismo de Aplicación.
- b) Separar adecuadamente y no mezclar residuos especiales incompatibles entre sí.
- c) Tratar y/o disponer los residuos generados por su actividad, en sus propias instalaciones. De no ser posible deberán hacerlo en plantas de tratamientos y disposición final que preste servicios a terceros debidamente autorizadas por la Autoridad de Aplicación.
- d) Envasar los residuos, identificar los recipientes y su contenido, fecharlos y no mezclarlos, conforme lo disponga la Autoridad de Aplicación.

## **Manejo de Residuos Urbanos**

Los residuos generados en comedores, sanitarios y vestuarios deben ser separados para facilitar su recolección por parte de terceros. Estos terceros asumirán la responsabilidad del retiro, transporte y disposición final de dichos residuos.

## **Aprovechamiento de Tarimas de Madera**

Se llevará a cabo la separación de tarimas de madera no utilizadas con el propósito de reutilizarlas en el transporte de tambores de residuos especiales o considerar su donación. Es importante destacar que, para este propósito, las tarimas deben estar completamente limpias y en condiciones óptimas.

## **Reciclaje de Materiales**

Se realizará la segregación de materiales reciclables, como madera, vidrio y cartón, con el objetivo de reducir tanto la cantidad de residuos generados como el consumo de materiales. Este enfoque contribuirá a un manejo más sostenible de los recursos.



## **Manejo de Residuos Especiales**

Los residuos especiales, destinados a su posterior recolección por terceros, incluyen:

- Catalizador agotado.
- Aceites desechados por el personal de mantenimiento.
- Trapos y guantes contaminados con aceites, grasas o productos químicos.

Estos desechos se almacenarán de manera separada. La empresa externa encargada de esta labor proporcionará orientación sobre las condiciones necesarias que deben cumplir estos recipientes y se encargará del retiro, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos especiales.

### **9.8 - Comunicación con colectivos sociales y comité de crisis**

Integrantes designados de empresa deberán reunirse periódicamente con la comunidad para informar y escuchar las inquietudes que puedan presentarse por parte de los vecinos. En el normal funcionamiento de la planta o ante un acontecimiento extremo como un accidente, las comunidades vecinas pueden verse afectadas y es el deber de la empresa solucionar y brindar respuesta a la comunidad, con el fin de llevarles tranquilidad.

En caso de que en la planta ocurriera un accidente, la empresa contará con un PREIC (Plan de Respuesta ante Emergencias con Impacto en la Comunidad), que es un plan de acción coordinado que se implementa ante una emergencia en el polo industrial con el objetivo de responder de manera inmediata ante potenciales emergencias y poder comunicar rápidamente al vecino la situación ocurrida.

Los integrantes del PREIC son:

- Municipio
- Organismos oficiales
  - Policía
  - Bomberos
  - Servicios de ambulancias
  - Defensa civil
- Empresas
- Hospitales
- Medios de comunicación
- Comunidad

El plan de acción coordinado se implementará ante una emergencia como incendios, explosiones y derrames que pueden ocurrir en la planta con el potencial para afectar a la comunidad.

En caso de una emergencia, las acciones entre los organismos intervinientes y la comunidad deben alinearse para lograr una respuesta rápida, sistemática y efectiva.

Los pasos a seguir son:

Aviso temprano: comunicación de la emergencia a través de los canales internos como WhatsApp, redes sociales, llamadas telefónicas, radio u otro medio de comunicación en el que estén los principales actores del PREIC.

Comunicación externa: a través de los medios de difusión, defensa civil, bomberos y organismos oficiales de cada municipio, los cuales contarán con la información oficial para poder actuar y comunicar a la comunidad.

Autoprotección: en caso de emergencia severa se podrán tomar 2 medidas de autoprotección donde la comunidad tendrá un rol fundamental, la evacuación o el confinamiento.

Una vez finalizada la emergencia, los medios de difusión comunicarán a la población que la situación ha sido controlada.

## 9.9 - Plan de Evacuación de Emergencia

El plan de emergencia es un conjunto de normas y procedimientos generales destinados a controlar de la mejor manera las situaciones de emergencia de la empresa. El objetivo del plan es establecer destrezas y procedimientos que les permitan a los usuarios de las instalaciones prevenir y protegerse en casos de desastres o amenazas que pongan en peligro su integridad o de las instalaciones. Para esto, se deben tener determinadas todas las amenazas posibles y contar con la adecuada estructura organizativa e instalaciones. Se formará también una brigada de emergencia con los conocimientos especializados en situaciones de emergencia, en contacto con los servicios públicos de emergencias y con los elementos necesarios para enfrentar las mismas.

El Plan de Evacuación es el capítulo más importante del plan de emergencia de una instalación. Se trata de la salida organizada de todas las personas que hay en un edificio. Esta acción siempre se llevará a término cuando se considere que la causa que origina el peligro no ha desaparecido y puede provocar que el peligro se extienda por todas las instalaciones. Se debe informar a todos los ocupantes del edificio de cómo tienen que actuar ante una emergencia y realizar simulacros periódicos con el fin de verificar la eficacia del Plan de Emergencia y detectar los posibles errores. Cuando se haya dado la señal de evacuación, todos los ocupantes del establecimiento tienen que salir rápida y ordenadamente, por las vías de evacuación designadas hacia un punto de encuentro seguro designado en el plan en el que se haga un recuento de las personas que hayan abandonado el edificio. Para controlar que se realice la evacuación de manera correcta y que no queden personas dentro del edificio, hay designados evacuadores (uno por edificio).

## 9.10 Conclusión

Considerando la información procesada como parte del Estudio de Impacto Ambiental, se concluye que la Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto 'Producción de Acetaldehído, que enfoca tanto el punto de vista ambiental como el socioeconómico, presenta una matriz de valoración de efectos con impactos negativos, pero de intensidades muy leves o moderadas, duración temporal, dimensión localizada y reversibles o mitigables. Habiéndose presentado en este apartado:

- Nota de solicitud del Certificado de Aptitud Ambiental
- Factibilidad de provisión e informe sobre los consumos máximos estimados de agua, energía eléctrica y gas.
- Constancia de inicio de trámite para la obtención del permiso de vuelco de efluentes líquidos industriales expedido por el organismo con competencia.
- Memoria descriptiva de los procesos productivos con detalle de cada etapa.
- Croquis con identificación de equipos o instalaciones productores de efluentes gaseosos, líquidos, sólidos y/o semisólidos.
- Descripción de elementos e instalaciones para la seguridad y preservación de la salud del personal y prevención de accidentes, en función de la cantidad de personal y grado de complejidad y peligrosidad de la actividad industrial a desarrollar.

Se queda a espera de la aprobación del Certificado de Aptitud Ambiental, previa visita de Auditoría.

## **10 - ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA Y SELECCIÓN DEL PERSONAL**

### **10.1 - ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA Y SELECCIÓN DEL PERSONAL**

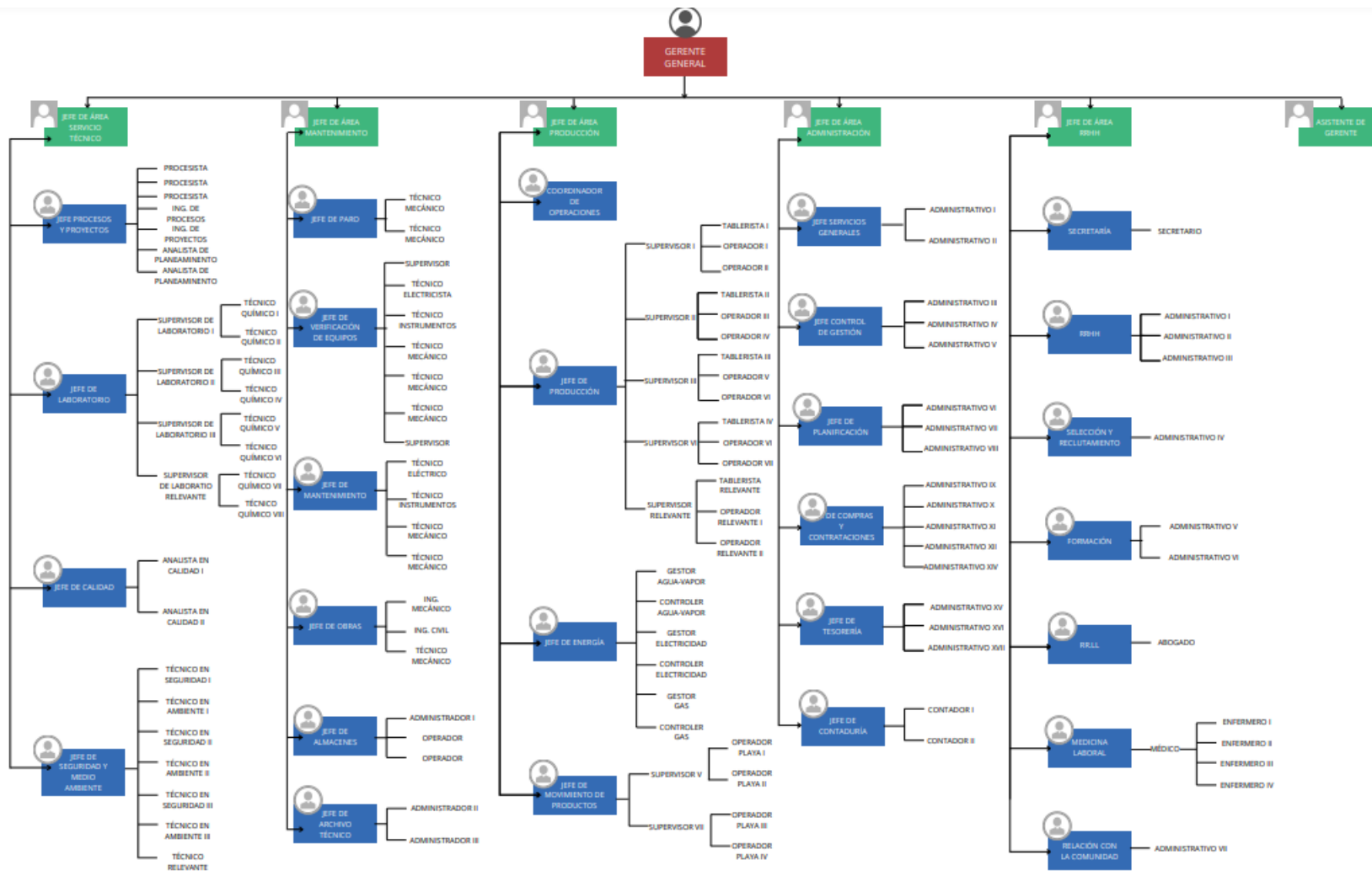
#### **10.1.1 - Problemas generales de organización**

En general los problemas organizativos estarán vinculados con la relación de la empresa con los sindicatos (UOM y UOCRA en la etapa de construcción y SPIQyP en la etapa de operación).

Los pedidos demandados por los mismos podrán impactar económicamente en el costo de inversión en el primer caso y en los costos de producción en el segundo.

Adicionalmente los paros de SPIQyP y/o los gremios de camioneros y ferroviarios podrían afectar el esquema de producción, razón en base a la cual se definieron la política de stocks y las acciones a tomar en caso de paros.

## 10.2 – Organigrama



El organigrama es una representación gráfica de la estructura jerárquica y funcional de una organización, permitiendo entenderla rápidamente de manera visual. Es una herramienta que permite a las empresas entender mejor su estructura y cómo se distribuyen las funciones y responsabilidades en la cadena de mando. Es útil para las personas que se incorporan a la empresa, sirviendo como base en cualquier inducción de un departamento de recursos humanos.

El organigrama de la empresa incluye un gerente y cinco departamentos, cada uno con su correspondiente jefe.

Los mismos son:

- Producción
- Servicio Técnico
- Recursos Humanos
- Mantenimiento
- Administración.

De estos, los primeros cuatro son los jefes que realizan guardias semanales.

Durante las guardias, el jefe asignado deberá permanecer en su domicilio, y será la persona que deba responder ante un problema o emergencia en la planta. Para facilitar la comunicación, el jefe de turno contará con un teléfono celular específico para este fin.

### **10.3 - Selección e incorporación del personal**

El personal que operará la planta y los supervisores serán contratados con un año de antelación para que puedan familiarizarse con los sistemas de control y el funcionamiento de la planta, así como también participar activamente en la selección de variables a observar en los monitores de la sala de control. El personal de compras y contrataciones estará presente en la empresa desde el momento en que se decide invertir.

De igual manera los cuadros directivos y puestos claves (como SyMA), deben estar incorporados desde el inicio de los estudios de Ingeniería.

Estos gastos serán tenidos en cuenta como parte de la inversión inicial (2% de la inversión en equipos).

## 10.4 - Seguridad industrial

Las condiciones de Higiene y Seguridad Laboral se ajustarán a las establecidas en la Ley Nacional 19.587 y su decreto reglamentario (351/79).

Según el artículo 4° de la misma:

La higiene y seguridad en el trabajo comprenderá las normas técnicas y medidas sanitarias, precautorias, de tutela o de cualquier otra índole que tengan por objeto:

- Proteger la vida, preservar y mantener la integridad psicofísica de los trabajadores
- Prevenir, reducir, eliminar o aislar los riesgos de los distintos centros o puestos de trabajo
- Estimular y desarrollar una actitud positiva respecto de la prevención de accidentes o enfermedades que puedan derivarse de la actividad laboral.

## 10.5 - Riesgos laborales – ART

Se contratará una ART, la cual será Compañía Argentina de Seguros Victoria S.A., para que brinde asesoramiento en medidas de prevención, y para reparar los daños en caso de accidentes de trabajo o enfermedades profesionales.

Las obligaciones de la ART serán las siguientes:

1. Brindar todas las prestaciones que fija la ley, tanto preventivas como dinerarias, sociales y de salud.
2. Evaluar la verosimilitud de los riesgos que declare la empresa.
3. Realizar la evaluación periódica de los riesgos existentes en la empresa y su evolución.
4. Efectuar los exámenes médicos periódicos para vigilar la salud de los trabajadores expuestos a riesgo.
5. Visitar periódicamente la empresa para controlar el cumplimiento de las normas de prevención de riesgos del trabajo.
6. Promover la prevención, informando a la SRT acerca de los planes y programas exigidos a la empresa.
7. Mantener un registro de siniestralidad del establecimiento.
8. Informar a los interesados acerca de la composición de la entidad, de sus balances y de su régimen de alícuotas.
9. Controlar la ejecución del Plan de Acción de los empleadores y denunciar ante la Superintendencia de Riesgos del Trabajo los incumplimientos.
10. Brindar asesoramiento y asistencia técnica a la empresa y a sus trabajadores en materia de prevención de riesgos del trabajo.
11. Denunciar los incumplimientos de la empresa a la Superintendencia de Riesgos del Trabajo.



## 10.6 - Descripción de los puestos

### Gerencia

**Gerente:** define los objetivos de la compañía. Planifica los pasos necesarios a seguir para alcanzar los objetivos. Define el marco de trabajo, todas las acciones y procesos que deberán ponerse en marcha quedan concretados en un plan. Organiza las herramientas, los materiales y los equipos de manera tal de aprovechar los recursos disponibles, llevando adelante una correcta distribución del trabajo. Controla, valida, verifica y ofrece retroalimentación del avance de las acciones hacia los objetivos planteados. Establece programas para impulsar el crecimiento de los miembros de la organización. Apoya la cultura empresarial inspirando y motivando a los equipos. Motiva, comunica, guía y alienta a los equipos.

### Secretaría

**Asistente de gerente:** asiste a la mesa de gerencia y a la planta en general (organización de reuniones, confección de informes, seguimiento de indicadores, control de presupuesto asignado, etc.). Asiste al Gerente en sus contactos con organismos públicos, instituciones, empresas de la zona, etc. Gestiona la reserva de pasajes, hoteles, remises de personal de planta y externos. Reporta al gerente de planta.

## Recursos humanos

**Jefe de área RR.HH.:** participa en la selección del personal. Asegura que cada nuevo ingreso reciba las capacitaciones pertinentes para poder realizar sus actividades. Asesora a los líderes y supervisores acerca de conflictos sindicales, cumplimiento de políticas y procedimientos ante situaciones específicas. Asegura el mejor clima laboral mediante diversos estudios y análisis de indicadores. El área de RR.HH. en distintos sectores:

1. Secretaría: cuenta con un **secretario** que debe: asistir a la mesa realizar organización de reuniones, confección de informes, seguimiento de indicadores.
2. RR.HH.: los **administrativos** deben realizar seguimiento de vacaciones, licencias, cobro de honorarios, beneficios. Coordinar eventos que fomenten las buenas relaciones entre las diferentes áreas. Coordinar los análisis médicos anuales y de nuevos ingresos. Reporta al jefe de área.
3. Selección y Reclutamiento: los **administrativos** deben anunciar el puesto de trabajo, revisar las solicitudes de los candidatos, hacer una lista con la selección inicial, realizar entrevistas en persona. Finalmente, seleccionar al candidato final.
4. Formación: los **administrativos** deben seleccionar los cursos de formación profesional pertinentes para los empleados de la planta. Tienen como propósito la formación sociolaboral para y en el trabajo, orientada tanto a la adquisición y mejora de las cualificaciones como a la recualificación de los trabajadores.
5. RR.LL.: el **abogado** debe asistir en la prevención y resolución de conflictos en cuestiones vinculadas al trabajo, el empleo y las relaciones laborales individuales y colectivas. Tiene que interpretar y verificar el cumplimiento de las normas vigentes referidas al Derecho del Trabajo, de la Seguridad Social, y las Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo.
6. Medicina Laboral: mantener la asistencia médica de los pacientes ingresados y de aquellas urgencias que lo demanden. Cuentan con un **médico** fijo y un **enfermero** por turno.
7. Relaciones con la comunidad: sus **administrativos** deben gestionar actividades vinculadas a las Relaciones Institucionales de Planta (voluntariado, atenciones / donaciones de prod., colaboración con instituciones locales, etc.).

## **Administración**

**Jefe de área administración:** coordina la elaboración y el análisis de la información relacionada con los costos industriales. Comprende y comunica las causas que motivan los desvíos originados, en función de los estándares definidos. Consolida el presupuesto de la planta correspondiente a gastos fijos, inversiones, costos unitarios, y monitorea el control presupuestario de los mismos. Participa en la confección y la aprobación de proyectos de inversión y en proyectos de reducción de costos. Reporta al gerente de planta.

El área de administración se divide en distintos sectores con sus correspondientes jefes:

1. Jefe de Servicios Generales
2. Jefe de Control de Gestión
3. Jefe de Planificación
4. Jefe de Compras y Contrataciones
5. Jefe de Tesorería
6. Jefe de Contaduría

Dentro de cada Jefatura se tienen los siguientes puestos:

- a. Administrativos: realizan tareas administrativas y de oficina de acuerdo con los procedimientos establecidos por cada organización. Gestionan, organizan, planifican, atienden y realizan tareas administrativas, de soporte y apoyo a la organización. Las tareas serán distribuidas en función de la jefatura pertinente.
- b. Contadores: administran el flujo de efectivo, elaboran estados financieros, realizan proyecciones y variaciones contables. Debe encargarse del cumplimiento de las obligaciones fiscales, de la realización de auditorías internas. Registro del libro contable.

## Servicio Técnico

**Jefe de área servicio técnico:** asegura la gestión de procesos y proyectos siguiendo parámetros sustentables de la seguridad y el medioambiente en toda la planta tanto para personal propio como contratistas. Gestiona el cumplimiento de los requisitos legales aplicables a planta, dando seguimiento y acciones de avance. Realiza el monitoreo de gestión de permisos de trabajo. Gestiona la información para elaborar informes mensuales. Realiza el monitoreo de los indicadores de los principales procesos de HSMA y genera acciones para su cumplimiento. Gestiona auditorías sectoriales de segregación de productos y adhesión a los estándares de seguridad de la planta. Reporta al gerente de planta.

Se divide el área de Servicio Técnico en distintos sectores con sus correspondientes jefes:

1. Jefe de Procesos y Proyectos
2. Jefe de Laboratorio
3. Jefe de Calidad
4. Jefe de Seguridad y Medio ambiente

Dentro de cada Jefatura se tienen los siguientes puestos:

En *Jefatura de procesos y proyectos*

- a. Procesista: analiza las tareas para lograr los objetivos establecidos. Evalúa y mejora la eficiencia de los proyectos existentes. Analiza los flujos de trabajo de todos los departamentos para organizar cómo la empresa puede trabajar mejor en conjunto. Revisa y planea formas de mejoras.
- b. Ingeniero de Procesos: define, analiza y mejora los procesos de fabricación. Interviene en la planificación de la producción. Define y controla los tiempos de producción de los procesos de fabricación. Colabora con el departamento de calidad para garantizar la misma en los productos fabricados. Colabora con los departamentos de prevención de riesgos laborales y medio ambiente para asegurar el cumplimiento de las normativas vigentes en los procesos. Interviene en la homologación de los proveedores. Colabora con los departamentos de compras para garantizar la gestión óptima de los proveedores. Colabora con el departamento de mantenimiento para asegurar el mantenimiento preventivo y correctivo, con el fin de evitar problemas en el proceso de fabricación. Interviene en los procesos de innovación tecnológica que afectan a los procesos de fabricación.

c. Ingeniero de Proyectos: desarrolla los proyectos de obras de Ingeniería en sus diversas áreas, ya sea estructural, hidráulica, eléctrica, electrónica, etc. Analiza e interpreta los planos de los proyectos arquitectónicos, efectuando los cálculos y realizando cómputos métricos y memorias descriptivas, a fin de aportar la información necesaria para el desarrollo físico. Analiza y procesa la información contenida en los proyectos. Efectúa cálculos a los proyectos de obras de Ingeniería según el área de trabajo asignada. Envía los cálculos de los proyectos a la sala técnica para que elaboren los planos. Revisa y analiza la información contenida en los planos de ingeniería e informa al líder del proyecto sobre el resultado del análisis.

d. Analista de planeamiento: confecciona los requerimientos de materias primas productivas e insumos de los diferentes sectores. Activa y asegura los niveles de reserva de reposición de insumos a lo largo de toda la cadena de suministros. Controla el seguimiento de ingreso de camiones de insumos y materias primas a la Planta. Administra, actualiza y controla los parámetros en el Sistema de Planificación. Confecciona el programa de producción según los requerimientos de los clientes

#### *En Laboratorio*

a. Supervisor: realiza los análisis de las materias primas, productos intermedios y producto terminado. Releva el stock de insumos de laboratorio. Reporta los resultados y colabora en los análisis de causas de desvíos. Reporta al jefe de Laboratorio.

b. Técnico Químico: realiza el muestreo en los diferentes puntos del proceso productivo. Colabora en análisis de desvíos. Reporta al Supervisor de laboratorio

#### *En Jefatura de Calidad:*

a. Analista de calidad: coordina las auditorías e inspecciones externas para obtener las certificaciones necesarias que permitan a la planta continuar fabricando productos con calidad; así como también coordina la ejecución del programa de auditorías internas, auditorías de fabricación y de líneas para identificar y corregir las áreas de oportunidad de la planta. Fomenta la relación entre los sectores para cumplir con los estándares de calidad y procurar que cada miembro de los equipos conozca cómo influye en la calidad del producto final a lo largo del proceso productivo. Reporta al líder de calidad.

En *Jefatura de Seguridad y Medio Ambiente (SyMA)*

- a. Técnico en seguridad: realiza inducciones de seguridad a los nuevos ingresos. Confecciona el reporte y el análisis en caso de que ocurran no conformidades. Coordina simulacros. Realiza el plan de capacitación anual a brigadistas. Lleva adelante la gestión de los EPP. Reporta al jefe de SyMA
- b. Técnico en ambiente: monitorea el cumplimiento de los requisitos legales y el estado de avance en los pendientes. Identifica oportunidades de mejora en la gestión de los recursos naturales. Gestiona la correcta segregación de residuos y subproductos. Confecciona el reporte y el análisis en caso de que ocurran no conformidades ambientales. Reporta al jefe de SyMA.

### **Producción**

**Jefe de área producción:** realiza análisis de desvíos cuando hay incumplimientos en tiempos de producción. Coordina las áreas productivas. Reporta al gerente de planta.

Se divide el área de producción en distintos sectores con sus correspondientes jefes:

1. Coordinador de operaciones: diseña políticas que se ajusten a la estrategia general. Implementa estándares y procesos eficientes. Garantiza el cumplimiento de leyes locales e internacionales (p. ej., protección de datos). Supervisa la implementación de soluciones tecnológicas en toda la organización. Evalúa riesgos y lidera los esfuerzos para garantizar la calidad. Informa sobre el desempeño de las operaciones y sugiere mejoras.
2. Jefe de Producción: controla el flujo de materiales a lo largo de cada una de las etapas productivas. Participa en el planeamiento de la producción. Realiza seguimiento de indicadores de cumplimiento de programa de producción. Realiza análisis de desvíos cuando hay incumplimientos en tiempos de producción. Coordina las áreas productivas. Reporta al gerente de planta.
3. Jefe de movimientos de producto: lidera el equipo de planeamiento y movimiento para garantizar la correcta programación de la producción, y la eficiente recepción y despacho del producto/insumo necesario a los clientes (externos e internos). Gestiona la recepción y el despacho de los insumos necesarios a las distintas líneas de producción (clientes internos). Gestiona el despacho del producto a los diferentes clientes (externos), garantizando el cumplimiento del contrato de carga. Es el responsable del control patrimonial del producto terminado. Gestiona los auto elevadores de la planta. Gestiona los espacios de los depósitos. Reporta al gerente de planta.

4. Jefe de energía: provee energía y fluidos para la planta cumpliendo todos los requisitos de seguridad, calidad y medio ambiente, de la forma más eficiente posible, y asegura que la descarga del efluente cumpla con los requisitos legales. Reporta al gerente de planta.

Dentro de cada Jefatura se tienen los siguientes puestos:

*En Jefatura de Producción*

- a. Supervisor: ejecuta el plan de producción de acuerdo con las especificaciones y los procedimientos. Optimiza los tiempos de producción, reduciendo tiempos muertos. Disminuye y controla las mermas del proceso de producción. Participa en la gestión de los indicadores de producción. Reporta al jefe de producción.
- b. Tablerista: mide el estado de una serie de indicadores y los evalúa frente a los objetivos. Facilita la toma de decisiones y aumenta su precisión, minimizando la probabilidad de error. Reporta al supervisor de producción
- c. Operador: realiza el seguimiento de todos los parámetros como niveles, presiones y temperaturas en las diferentes etapas del proceso, de modo de asegurar la continua operación y producción. Controla y mantiene las condiciones operativas adecuadas en todos los equipos y cañerías de planta. Mantiene el orden y la limpieza en los sectores productivos. Reporta al supervisor de producción

*En Jefatura de Energía*

- a. Gestor de Vapor-agua: realiza las contrataciones de los servicios de vapor de calentamiento y agua de refrigeración con los proveedores. Reporta al jefe de Energía.
- b. Gestor de electricidad: realiza las contrataciones de los servicios eléctricos con los proveedores. Reporta al jefe de Energía.
- c. Gestor de gas: realiza las contrataciones de los servicios de gas de red con los proveedores. Reporta al jefe de Energía.
- d. Controller: controlan los flujos de ingreso y egreso de las fuentes de energía o servicios auxiliares. Reportan al gestor correspondiente de cada energía.

### En Jefatura de movimiento de producto

- a. Supervisor: desarrolla y dirige los procesos logísticos; establece planes de mejora continua para la gestión de fletes, rutas de proveedores y gestión de transportistas. Crea, monitorea e informa sobre indicadores clave de desempeño logístico semanal y mensual. Supervisa las actuaciones de logística e implementa las acciones de mejora necesarias de manera coordinada con otras funciones de la planta (Calidad, Producción, Eficiencia del Sistema, etc.). Evalúa constante y objetivamente el desempeño de los miembros de equipo, corrigiendo desvíos de comportamiento y resultados, detectando las diferentes necesidades de capacitación y formación. Reporta al jefe de movimiento de producto.
- b. Operador: prepara los pedidos de producto terminado. Recepcionar las materias primas e insumos recibidos en la planta. Actualiza el stock de los insumos que se consumen. Realiza controles de pesada e ingreso y egreso de camiones. Reporta al supervisor de movimiento de producto.

### **Mantenimiento**

**Jefe de área mantenimiento:** desarrollar e implementa los procesos de mantenimiento bajo los lineamientos estratégicos y metodológicos establecidos por la compañía sobre todos los activos de la planta, garantizando su máxima disponibilidad, asegurando sus condiciones óptimas de operación y logrando la máxima eficiencia en costos de mantenimiento. Asegura la correcta gestión de los equipos críticos, gestión de repuestos, mantenimiento preventivo básico y mantenimiento predictivo. Custodia la correcta implementación del ciclo completo de planificación y programación de mantenimiento (largo y mediano plazo, semanal y diario). Realiza la gestión presupuestaria del gasto de mantenimiento y monitorea el avance de este, analizando y acordando planes de acción frente a desvíos, en conjunto con el resto de las áreas de la planta. Es responsable por la gestión del almacén de repuestos de planta asegurando los estándares requeridos y la confiabilidad de inventario. Brinda soporte en el desarrollo de políticas de stock de repuestos, definiendo necesidades de movimiento. Reporta al gerente de planta

Se divide el área de mantenimiento en distintos sectores con sus correspondientes jefes:

1. Jefe de Paro
2. Jefe de Verificación de Equipos
3. Jefe de Mantenimiento
4. Jefe de Obras
5. Jefe de Almacenes



Dentro de cada Jefatura se tienen los siguientes puestos:

- a. Ingeniero Mecánico: selecciona los componentes, especifica materiales, costos y duración de la ejecución. Planea y dirige operaciones de manufactura y mantenimiento de maquinaria
- b. Ingeniero Civil: planifica, diseña, desarrolla y ejecuta los proyectos de edificación, reparación y mantenimiento de edificios, estructuras y plantas.
- c. Supervisor: controla y supervisa a los técnicos. Participa en la realización del cronograma de tareas de mantenimiento en el corto, mediano y largo plazo. Asegura la realización de las tareas correctivas planeadas, como así también las acciones que surgen durante el turno. Gestiona el stock de repuestos en el pañol, genera ordenes de compras necesarias para mantener el stock mínimo de insumos. Asegura la realización de las tareas de mantenimiento predictivas.
- d. Técnico Mecánico: realiza el mantenimiento mecánico predictivo y correctivo de todas las máquinas instaladas en planta, en todas las áreas. Maneja equipos mecánicos tales como tornos, soldadores y máquinas especiales. Realiza la lubricación según rutina en los diferentes equipos. Reporta al supervisor de mantenimiento.
- e. Técnico Electricista: realizar mantenimiento preventivo y predictivo eléctrico de equipos e instrumentos portátiles y herramientas específicas del sector y de las otras áreas. Reporta al supervisor de mantenimiento
- f. Técnico Instrumentista: realiza mantenimiento preventivo y predictivo Instrumental de Equipos e Instrumentos portátiles y herramientas específicas del sector y de las otras áreas. Realiza calibraciones según rutina de equipos. Reporta al supervisor de mantenimiento.
- g. Operador de almacenes: preparar los pedidos de insumos para mantenimiento. Recepcionar insumos recibidos en la planta. Actualiza el stock de los insumos que se consumen. Realiza controles de ingreso y egreso.
- h. Administrativo: realiza tareas administrativas y de oficina de acuerdo con los procedimientos establecidos por cada organización. Los administrativos gestionan, organizan, planifican, atienden y realizan tareas administrativas, de soporte y apoyo a la organización. Las tareas serán distribuidas en función de la jefatura pertinente.

## 10.7 - Convenio Colectivo de Trabajo

El sindicato que estará presente durante la operación de la industria será SPIQyP (Sindicato del personal de Industrias Químicas y Petroquímicas de la ciudad de Bs. As. y zonas adyacentes), el cual, bajo el convenio de trabajo determina que los afiliados que trabajen los días establecidos como feriados en el calendario nacional, deberán percibir su jornal con el 300% de recargo. A su vez, se establece que el día 11 de noviembre de cada año, es el “Día del Trabajador de Industrias Químicas y Petroquímicas”, el que será día normal a los efectos remunerativos contra prestación de trabajo.

Se trasladará al tercer lunes del mes de noviembre el asueto correspondiente, el que será pago.

Sólo desempeñará tareas en dicha oportunidad el personal que –previo acuerdo con la Comisión Interna– resulte el mínimo imprescindible para el desarrollo de las operaciones y cuando la naturaleza del proceso así lo exija. El personal que trabaje el tercer lunes de noviembre percibirá su jornal con un recargo del 400%. Con respecto a los servicios tercerizados que son indispensables para poder operar la planta, el convenio colectivo de trabajo establece que los días dispuestos como feriados por el calendario nacional se deberá percibir el jornal de los trabajadores con un 100% de recargo.

## 10.8 - Servicios tercerizados

Existen determinados servicios que no podrán ser cubiertos con la dotación de planta, en estos casos se recurrirá a la contratación de terceros que cubrirán estos puestos laborales. De esta manera, el personal contratado de planta podrá enfocarse en las tareas vinculadas a la producción.

**Servicio de jardinería:** encargado de mantener las áreas verdes de planta, corte de árboles que obstruyan el tendido eléctrico, mantenimiento de pasto corto y estanque.

**Servicio de limpieza:** encargado de la limpieza de las oficinas, comedor, vestuario, sala de control.

**Servicio de comedor:** encargado de la preparación de comidas para cada uno de los turnos, asegurando un menú completo y balanceado. También se encargará del menú de eventos especiales.

**Servicio de mantenimiento:** encargado de mantener los sectores pintados y debidamente señalados; también las tareas de mantenimiento en oficinas, como reparaciones de aires acondicionados.

**Servicio médico:** disponibilidad de ambulancias de alta complejidad las 24 horas del día para poder asistir rápidamente cualquier tipo de accidente grave que pueda suceder en la planta.

**Servicio de vigilancia y seguridad:** encargado de controlar el ingreso y egreso de personal de planta, contratistas y de camiones, así como de los pesajes en balanza de los insumos.

**Servicio informático:** encargado del soporte técnico y la provisión de computadoras, dispositivos periféricos, celulares, entre otras. Responsable de la instalación y funcionamiento de los sistemas de control.

**Servicio de asesoría legal:** encargado del asesoramiento de cuestiones legales, financieras y contables.

## **10.9 - Esquema de turnos**

La distribución de la dotación mencionada anteriormente se realizará de la siguiente manera:

El personal que conforma el grupo compuesto por el gerente de planta, jefe de equipo y analistas, concurrirán de lunes a viernes en el horario de 8 a 17 hs. Durante la jornada, 1 hora se encontrará destinada al almuerzo y descanso. La misma jornada se aplica para RR.HH., Administración, Procesos.

Por otra parte, los supervisores, técnicos y operadores asistirán en turnos rotativos, con un esquema definido de tal manera que se pueda cumplir con la operación continua para la cual la planta fue diseñada.

Se necesitarán 4 equipos a los cuales denominaremos como:

- Equipo A.
- Equipo B.
- Equipo C.
- Equipo D.

Los turnos estarán definidos por los siguientes horarios:

- Turno 1: de 7 a 19 h.
- Turno 2: de 19 a 7 h.

Según esta distribución, las jornadas serán de 4 días de trabajo laborales y 4 de descanso. A continuación, se presentará el esquema de turnos:

- M: mañana
- N: noche
- F: franco

EQ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
A	M	M	N	N	F	F	F	F	M	M	N	N	F	F	F	F	M	M	N	N	F	F	F	F	M	M	N	N	F	F
B	F	F	M	M	N	N	F	F	F	F	M	M	N	N	F	F	F	F	M	M	N	N	F	F	F	F	M	M	N	N
C	F	F	F	F	M	M	N	N	F	F	F	F	M	M	N	N	F	F	F	F	M	M	N	N	F	F	F	F	M	M
D	N	N	F	F	F	F	M	M	N	N	F	F	F	F	M	M	N	N	F	F	F	F	F	M	M	N	N	F	F	F

Tabla 52 – Esquema de turnos

## 11. - CÁLCULO ECONÓMICO

El objetivo fundamental de todo estudio económico es calcular la previsión de la rentabilidad final de la inversión del proyecto, con el fin de poder decidir si ésta es financieramente viable.

Se determinarán los montos de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, los costos totales de operación de la planta y se calcularán una serie de indicadores que servirán como base para la evaluación económica.

La moneda de referencia en el presente estudio será el dólar estadounidense, para lo cual consideraremos el tipo de cambio de 1 USD = 374,5 ARS.

### 11.1 - Inversión

Para poder llevar a cabo el proyecto es requerido un recurso económico determinado, principalmente aquel que permita llevar a cabo la inversión inicial de la planta, dicha inversión inicial se divide en Inversión del capital fijo (CFI) y capital de trabajo (WC). La suma de la inversión de capital fijo y el capital de trabajo define la inversión inicial requerida.

La inversión inicial de la planta debe constar del recurso económico para poder adquirir el terreno, realizar la obra civil, realizar los estudios pertinentes a lo que envuelve el proyecto, adquirir los permisos requeridos, adquisición de equipamiento, unidades, elementos de producción, contratos de la mano de obra, contratos de otros servicios, instalación de servicio y equipamiento, seguros, entre muchos otros factores requeridos para iniciar el funcionamiento del proyecto.

#### 11.1.1 - Inversión del capital fijo:

La inversión del capital fijo está relacionada con el desembolso de dinero requerido para adquirir todo el activo fijo, es decir todo bien tangible, para llevar a cabo el proyecto y el consecuente costo asociado de instalación, legal, honorarios, entre otro para llevarlo a cabo.

El capital fijo se subdivide en:

- Inversión en equipos: representan el capital necesario para adquirir los equipos del proceso instalados además de las acciones auxiliares requeridas para la operación del proceso, como por ejemplo la instalación y la preparación del terreno.

- Otras Inversiones necesarias (inversión complementaria): representan el capital requerido para los gastos generales y todos los componentes de la planta. Estos incluyen, por ejemplo, gastos de construcción, supervisión, ingeniería, honorarios, imprevistos, cañerías, e instrumentación de control.

El primer paso es la cotización de los equipos de proceso, para esto se lleva a cabo una estimación empleando la ecuación de Williams, dicha ecuación es una relación entre la inversión requerida de dos equipos, en base a un factor de capacidad y considera también un exponente de determinado orden.

$$\frac{I_{eq1}}{I_{eq2}} = \left( \frac{Cap_{eq1}}{Cap_{eq2}} \right)^{exponente}$$

Donde:

*I: Inversión de un equipo*

*Cap: Capacidad referente a un equipo*

*exponente: Factor exponencial propio de cada unidad, sin embargo, a modo de simplificación,*

*para este trabajo se utilizó un valor de 0,6*

De esta forma usando como referencia equipos ya diseñados podemos estimar el costo de nuestros equipos, y como estrategia de estimación se consideran los equipos más críticos de la producción como aquellos empleados como referencia replicándolos en los demás equipos no diseñados. De esta forma nos permite ahorrar recursos en el diseño de otros equipos y nos asegura que el coste de adquisición sea lo más relevante posible dentro de la evaluación económica.

Se enlistan los equipos estimados, según la aplicación de la ecuación de Williams, considerando a partir de ahora los equipos cotizados:

Equipo	Capacidad	Unidad	(U\$D)	MMU\$D
Compresor de dos etapas	670	HP	\$ 3.453.366,13	\$ 3,45
Intercambiador Doble Tubo	0,025	Mkcal/h	\$ 86.588,90	\$ 0,09
Condensador de torre	5,364	Mkcal/h	\$ 2.667.962,53	\$ 2,67
Reboiler Kettler	4,628	Mkcal/h	\$ 896.487,09	\$ 0,90
Separador vertical bifásico	2,8	m3	\$ 231.816,99	\$ 0,23
Bombas	5,5	kW	\$ 323.609,79	\$ 0,32
Columna de reacción	160	m3	\$ 999.864,16	\$ 1,00
Columna con relleno al azar	45	m3	\$ 363.634,67	\$ 0,36
Stripper	4	m3	\$ 108.681,68	\$ 0,11
Columna de platos	4	m3	\$ 108.681,68	\$ 0,11
Tanques de HCL	25	m3	\$ 422.357,22	\$ 0,42
Tanques de producto	1000	m3	\$ 2.753.678,49	\$ 2,75
Tanques de MP	63	m3	\$ 49.215,09	\$ 0,05

Tabla 53 - Lista de equipos cotizados y valor de cotización. Elaboración propia

Considerando la cantidad de equipos a cotizar y el valor de cotización se calcula la inversión total requerida para adquisición de la unidad completa de proceso.

Equipo	Cantidad	Costo Escalado [MMU\$D]	% Instalación	Costo Real Unitario [MMU\$D]	Costo Estimado [MMU\$D]
Bombas	10	0,32	25%	0,40	4,05
Columna con relleno al azar	1	0,36	78%	0,65	0,65
Columna de platos	1	0,11	78%	0,19	0,19
Columna de reacción	1	1,00	49%	1,49	1,49
Compresor de dos etapas	2	3,45	49%	5,15	10,29
Condensador de torre	1	2,67	49%	3,98	3,98
Intercambiador Doble Tubo	7	0,09	49%	0,13	0,90
Otro	1	0,11	60%	0,18	0,18
Reboiler Kettler	1	0,90	49%	1,34	1,34
Separador vertical bifásico	4	0,23	45%	0,34	1,34
Stripper	1	0,11	78%	0,19	0,19
Tanques de HCL	3	0,42	49%	0,63	1,89
Tanques de MP	12	0,05	49%	0,07	0,88
Tanques de producto	3	2,75	49%	4,10	12,31
Catalizador	1	13,25	0%	13,25	0,02
<b>Total</b>					\$ 39,69

Tabla 54 - Lista de equipos cotizados y valor de cotización total. Elaboración propia



Luego de realizar la estimación total de los costos de los equipos, se procede a calcular el resto de los activos fijos y consecuentes costos. Esto se realiza en función de porcentajes tabulados respecto del costo del equipamiento, los cuales son recomendados por la bibliografía “Plant Design and Economics for Chemical Engineers – Timmerhaus”. La estimación de los costos restantes toma en consideración la cotización total de los equipos de procesos.

<b>Nivel de Precisión</b>	<b>Descripción</b>	<b>%</b>	<b>MM U\$D</b>
<i>Medio</i>	Localización	15%	5,95
<i>Alto</i>	Ingeniería	8%	3,18
<i>Alto</i>	Obra Civil	25%	9,92
<i>Alto</i>	Piping (Cañerías y Accesorios)	30%	11,91
<i>Medio</i>	Instrumentación y Control	10%	3,97
<i>Medio</i>	Instalación eléctrica	8%	3,18
<i>Medio</i>	Compra de equipos + Instalación	15%	5,95
<i>Alto</i>	OSBL	30%	11,91
<i>Media</i>	Paro	3%	1,19
<i>Media</i>	Extra-Equipo	2%	0,79
<i>Medio</i>	Contratos	2%	0,79
<i>N/A</i>	Contingencias	8%	3,18
<b>Total</b>			<b>61,91</b>

*Tabla 55 - Inversión fija. Elaboración propia*

El costo total de capital fijo (FCI) será la suma de la cotización total de equipos y el resto de los costos.

$$FCI = 101,60 \text{ MM U\$D}$$

### 11.1.2 - Capital de Trabajo

Se determina el capital de trabajo como la diferencia aritmética entre el activo de trabajo o circulante y el pasivo de trabajo o circulante.

$$\text{Capital de trabajo} = \text{Activo circulante} - \text{Pasivo circulante}$$

#### 11.1.2.1 - Activo circulante

El activo circulante se compone de el Inventario, Cuentas por cobrar, y Cajas y Bancos. A continuación, se calculará cada uno.

#### **Inventario**

El inventario se encuentra compuesto principalmente por el stock de materias primas, insumos y aditivos, y el stock de subproductos o productos terminados que pueden almacenarse en la planta.

La planta tendrá capacidad de almacenamiento de materia prima (oxígeno, etileno y ácido clorhídrico). Además de los insumos requeridos como el catalizador. Finalmente, se almacena el producto principal para despachar en camiones.

A partir de esto, se calculan los costos de inventario teniendo en cuenta la cantidad almacenada para 5 días de producción y el precio unitario de cada uno de ellos.

- Oxígeno: para el proceso se requieren 2 tn/h. Se contará con un stock almacenado de 240 toneladas. Esto representa un costo de 0,04 MMUS\$.
- Etileno: para el proceso se requieren 3,5 tn/h. Se contará con un stock almacenado de 420 toneladas. Esto representa un costo de 0,27 MMUS\$.
- Ácido clorhídrico: para el proceso se requieren 0,09 tn/h. Se contará con un stock almacenado de 10,8 toneladas. Esto representa un costo de 0,001 MMUS\$.
- Catalizadores: se considerará una segunda carga de reposición para los reactores. Siendo que las cantidades, en toneladas, de cada uno de ellos es;

<b>Concepto</b>	<b>Cantidad [tn]</b>
<i>PdCl<sub>2</sub></i>	0,06
<i>CuCl<sub>2</sub></i>	7,07
<i>CuCl</i>	2,67

Tabla 56 - Cantidad de catalizador. Elaboración propia.

La totalidad del catalizador representaría un costo de 0,02 MMUS\$.

El precio de cada insumo fue obtenido del Instituto Petroquímico Argentino (IPA).

Luego, se computa el costo asociado a la máxima cantidad de productos que pueden almacenarse dentro de la planta. Para el cálculo de este punto se consideran los tanques de producto. Los mismos tienen una capacidad de almacenamiento de 792 m<sup>3</sup>, la densidad es 805,5 kg/m<sup>3</sup>, lo cual da una masa de 638 tn., que representa un valor de 1,18 MMUS\$. Se considerará el volumen de un solo tanque, ya que, uno está en carga y el otro en despacho.

<b>Concepto</b>	<b>Cantidad [tn]</b>	<b>U\$D/tn</b>	<b>Costo [MMU\$D]</b>
<i>O<sub>2</sub></i>	239,76	\$ 157	0,04
<i>C<sub>2</sub>H<sub>4</sub></i>	419,58	\$ 634	0,27
<i>HCl</i>	10,8	\$ 91	0,001
<i>PdCl<sub>2</sub></i>	0,06	\$ 11.000	6,018
<i>CuCl<sub>2</sub></i>	7,07	\$ 1.570	0,56576
<i>CuCl</i>	2,67	\$ 2.100	6,664
<i>Acetaldehído</i>	637,956	\$ 2.000	1,28
		<b>Total</b>	<b>1,60</b>

Tabla 57 - Inventarios. Elaboración propia.

## Cuentas por cobrar

Las cuentas por cobrar se consideran como el dinero correspondiente a los ingresos que se generan por las ventas de los productos y subproductos en un mes del año inicial.

Consiste en calcular cual es la inversión necesaria como consecuencia de vender a crédito sus primeros productos y depende del Período Promedio de Recuperación (PPR) en que la empresa recupera el capital. Se tomo un PPR de 135 días (4 meses y medio) como un periodo de tiempo razonable para dar crédito a nuestros clientes.

De esta forma tenemos:

$$Cuentas\ por\ cobrar = CxC = \left( \frac{ventas\ anuales}{365} \right) \times PPR$$

<b>Concepto</b>	<b>Valor</b>
<i>Ventas anuales [MMU\$D/día]</i>	0,219
<i>PPR [días]</i>	135
<i>Cuentas por cobrar [MMU\$D]</i>	0,081

*Tabla 58 - Cuentas por cobrar. Elaboración propia.*

## Cajas y Bancos

Las cajas y bancos, también denominados valores e inversiones, son el efectivo que siempre debe tener una empresa para afrontar no sólo los gastos cotidianos, sino también los imprevistos.

Se estima entre un 10% y 20% del monto total invertido en inventarios y cuentas por cobrar. Para el proyecto en estudio, se adopta un promedio del 15%.

$$\text{Cajas y bancos} = 0,15 (\text{inventarios} + \text{Cuentas por cobrar})$$

<i>Inventarios [MMU\$D]</i>	1,598
<i>Cuentas por cobrar [MMU\$D]</i>	0,081
<i>Estimación</i>	15%
<i>Cajas y bancos [MMU\$D]</i>	0,252

Tabla 59 - Ítems de cajas y bancos. Elaboración propia.

## **Activo circulante total**

Finalmente, se calcula el activo circulante total.

<b>Concepto</b>	<b>U\$D [MMU\$D]</b>
<i>Inventarios</i>	1,60
<i>CxC</i>	0,08
<i>Cajas y Bancos</i>	0,25
<i>Activo C.</i>	1,93

Tabla 60 - Activo circulante. Elaboración propia.

## Pasivo circulante

Consta de créditos a corto plazo en conceptos de impuestos, servicios y proveedores, se estima en la práctica tomando como base el valor de la *Tasa Circulante*, la cual se sugiere sea mayor o igual a 3 para la evaluación de proyectos:

$$Tasa\ circulante = TC = \frac{AC}{PC} \geq 3$$

$$Pasivo\ circulante = PC = \frac{AC}{3} = 0,64\ MM\ U\$D$$

Capital de trabajo:

$$Capital\ de\ trabajo = Activo\ circulante - Pasivo\ circulante = 1,29\ MM\ U\$D$$

### 11.1.3 - Inversión de Capital Total

La suma de la inversión en equipos más accesorios y el capital de trabajo se conoce normalmente como CAPEX.

$$CAPEX = WC(capital\ de\ trabajo) + CFI(inversión\ de\ capital\ fijo)$$

$$CAPEX = 1,29\ MMU\$D + 101,60\ MMU\$D$$

$$CAPEX = 102,89\ MMU\$D$$

## 11.2 - Depreciación

La depreciación consiste en el costo asociado a la disminución periódica del valor de los bienes materiales. La depreciación hace referencia a que, al reconocer el desgaste de los bienes por su uso con el paso del tiempo, se crea una reserva que al final de su vida útil permite reemplazarlos sin afectar la liquidez. Y es especialmente necesario el cálculo de la depreciación para la estimación del valor de impuesto a la ganancia que debe descontarse del flujo de caja del proyecto.

Para el cálculo de depreciación se emplea el método de la línea recta, el cual considera la diferencia entre el valor de adquisición de los bienes materiales y el valor de salvamento dividido a la cantidad de años de amortización, que en este caso serán 10 años. Es una forma de aplicar el método de la depreciación por línea recta.

$$d = \frac{V - Vs}{n}$$

Donde:

$d$ : Depreciación anual

$V$ : Valor de bien a depreciar

$V_s$ : Valor de salvamento considerado

$n$ : Cantidad de años considerados para la depreciación

Para este proyecto el valor de salvamento elegido será del 100% del valor final del bien en el último año. El valor de salvamento simboliza el valor de venta del bien cuando termina su vida útil o el valor de venta del bien en el momento que se decida venderlo. Considerando que nuestro proyecto tendrá un alcance a 10 años y que al finalizar el plazo el mismo se abandonará, se tomará el valor del bien luego de transcurrido ese tiempo.

Considerando el valor de los equipos, tendremos que:

<i>Equipo</i>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Estimado [MMU\$D]</b>	<b>Valor de salvamento [MMU\$D]</b>	<b>Años</b>	<b>Depreciación [MMU\$D]</b>
<i>Bombas</i>	10	4,05	2,02	10	0,20
<i>Columna con relleno al azar</i>	1	0,65	0,32	10	0,03
<i>Columna de platos</i>	1	0,19	0,10	10	0,01
<i>Columna de reacción</i>	1	1,49	0,74	10	0,07
<i>Compresor de dos etapas</i>	2	10,29	5,15	10	0,51
<i>Condensador de torre</i>	1	3,98	1,99	10	0,20
<i>Intercambiador Doble Tubo</i>	7	0,90	0,45	10	0,05
<i>Otro</i>	1	0,18	0,09	10	0,01
<i>Reboiler Kettler</i>	1	1,34	0,67	10	0,07
<i>Separador vertical bifásico</i>	4	1,34	0,67	10	0,07
<i>Stripper</i>	1	0,19	0,10	10	0,01
<i>Tanques de HCL</i>	3	1,89	0,94	10	0,09
<i>Tanques de MP</i>	12	0,88	0,44	10	0,04
<i>Tanques de producto</i>	3	12,31	6,15	10	0,62
<b>Total</b>		<b>\$ 39,67</b>	<b>\$ 19,84</b>		<b>\$ 1,98</b>

*Tabla 61 - Depreciación de equipos. Elaboración propia.*



### **11.3 - Ingresos por comercialización**

Las ventas determinan la entrada de dinero a la empresa y dependen directamente tanto de la producción como del mercado. Los ingresos del proyecto provienen de la venta del acetaldehído.

#### **11.3.1 Proyecciones de ingresos del acetaldehído.**

El precio de la tonelada del acetaldehído oscila alrededor de los 1700 y 2400 USD en los últimos 10 años. A continuación, se presentan los resultados de la proyección de ingresos por ventas durante los primeros 13 años, considerando:

- Que los primeros 3 son de evaluación y construcción del proyecto y que recién en el año 2027 comienza la producción.
- En dicho año, la planta entrará en funcionamiento a un 100% de capacidad, equivalente a 40.000 tn/año.
- A modo de evitar saturar el mercado local, se comenzará a abastecer el mercado local y el producto restante se exportará a los principales consumidores de acetaldehído (Brasil, China y Sudáfrica)
- Se tomará un precio inicial del acetaldehído de 2000 U\$/tn, correspondiente al año 2019, previo a la pandemia.

*Ingreso por venta de acetaldehído*

<b>Año</b>	<b>Precio mercado local [U\$D/tn]</b>	<b>Precio exportación [U\$D/tn]</b>	<b>Producción [tn]</b>	<b>Producto a mercado interno [tn]</b>	<b>Producto a exportación [tn]</b>	<b>Ventas mercado interno [MMU\$D]</b>	<b>Ventas por exportación [MMU\$D]</b>	<b>Total de ventas [MMU\$D]</b>
2024	2000	1700	0	0	0	0,00	0,00	0,00
2025	2000	1700	0	0	0	0,00	0,00	0,00
2026	2000	1700	0	0	0	0,00	0,00	0,00
2027	2000	1700	40000	3409	36591	6,82	62,21	69,02
2028	2000	1700	40000	6954	33046	13,91	56,18	70,09
2029	2000	1700	40000	10640	29360	21,28	49,91	71,19
2030	2000	1700	40000	14474	25526	28,95	43,39	72,34
2031	2000	1700	40000	18462	21538	36,92	36,61	73,54
2032	2000	1700	40000	22609	17391	45,22	29,56	74,78
2033	2000	1700	40000	26922	13078	53,84	22,23	76,08
2034	2000	1700	40000	31407	8593	62,81	14,61	77,42
2035	2000	1700	40000	36072	3928	72,14	6,68	78,82
2036	2000	1700	40000	40000	0	80,00	0,00	80,00

*Tabla 62 - Ingresos. Elaboración propia*

#### 11.4 - Estimación de Egresos:

Los egresos considerados en el proyecto son aquellos referidos a materias primas principales (oxígeno y etileno). Obteniendo:

<i>Año</i>	<i>Egresos [MMU\$D]</i>
2024	0,00
2025	0,00
2026	0,00
2027	20,24
2028	20,24
2029	20,24
2030	20,24
2031	20,24
2032	20,24
2033	20,24
2034	20,24
2035	20,24
2036	20,24

*Tabla 63 - Ingresos. Elaboración propia*

## 11.5 - Estimación de OPEX:

El OPEX, son todos los costos asociados y necesarios para producir. Estos costos se dividen en variables, fijos, comerciales y otros.

### 11.5.1 Costos variables

Los costos variables son aquellos dependientes del volumen de producción. Y se consideran a costos variables aquellos químicos aditivos y coagentes empleados en la reacción, en conjunto con los servicios requeridos para el funcionamiento de las operaciones (electricidad, vapor, agua de servicio, entre otros). También dentro de esta categoría se asocian los impuestos y gastos comerciales.

Teniendo en cuenta esto tenemos para los servicios;

<i>Utilitie</i>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Necesidad en planta [Unidad/h]</b>	<b>Costo [MMU\$D/año]</b>
<i>Vapor</i>	Usd/Tn	15	2,45	0,294
<i>Agua de enfriamiento</i>	Usd/m3	2	52,57	0,84112
<i>Agua de desmineralizada</i>	Usd/m3	200	0,26	0,416
<i>Etilenglicol</i>	Usd/Tn	5	48,1	1,924
<i>Antorcha</i>	Usd/Tn	2,6	0,404	0,0084032
<i>Electricidad</i>	Usd/kW	32	3,78	0,96768
<b>Total</b>				<b>4,45</b>

Tabla 64 - Costos. Elaboración propia

Para los químicos;

<i>Químico</i>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Necesidad en planta [Unidad/h]</b>	<b>Costo [MMU\$D/año]</b>
<i>Ácido clorhídrico</i>	Usd/Tn	91	0,09	0,06552
<b>Total</b>				<b>0,06552</b>

*Tabla 65 - Costos. Elaboración propia*

Por otro lado, se estiman tanto el impuesto como los gastos comerciales en función al margen bruto esperado en el primer caso serían 1% del ingreso bruto y en el segundo serían 2% del ingreso bruto. Los costos variables calculados consideran una producción del 100% del alcance del proyecto.

Finalmente, los costos variables totales son de 3,33 MMU\$D a 3,97 MMU\$D

### 11.5.2 Costos fijos

Los costos fijos son aquellos independientes del nivel de producción, es decir sueldos de personal, mantenimiento, costos de laboratorios, patente, seguros, impuestos, entre otros.

Para el costo de mano de obra se consideran 13 meses (12 meses + aguinaldo), por otro lado, al personal de turno se le asignará un 30% adicional. Los salarios se detallarán a continuación:

Jefatura	Puesto	Cantidad	Salario por puesto U\$D/mes	Salario total U\$D/año
Gerencia	Gerente	1	\$ 3.053	\$ 39.688
	Secretaría	1	\$ 695	\$ 9.036
RRHH	Jefe de RRHH	1	\$ 1.718	\$ 22.336
	Selección y reclutamiento	1	\$ 695	\$ 9.035
	RR.LL.	1	\$ 695	\$ 9.035
	Formación	2	\$ 695	\$ 18.070
	Médicos	2	\$ 1.365	\$ 35.490
	Enfermeros	2	\$ 695	\$ 18.070
	Relación con la comunidad	1	\$ 695	\$ 9.035
Producción	Jefe de área	1	\$ 2.438	\$ 31.688
	Jefe de producción/mp	2	\$ 2.400	\$ 62.400
	Jefe de energía	1	\$ 2.356	\$ 30.631
	Coordinador de operaciones	1	\$ 1.625	\$ 21.125

	Operarios de planta	8	\$ 1.346	\$ 140.023
	Supervisores	5	\$ 1.560	\$ 101.400
	Tableristas	3	\$ 1.422	\$ 55.439
	Operador de playa	3	\$ 1.422	\$ 55.439
	Gestores	3	\$ 1.422	\$ 55.439
	Controller	3	\$ 1.422	\$ 55.439
<b>Servicio técnico</b>	Jefe de área	1	\$ 1.875	\$ 24.375
	Jefe de procesos y proyectos	1	\$ 1.599	\$ 20.781
	Jefe de laboratorio	1	\$ 1.199	\$ 15.585
	Jefe de calidad	1	\$ 1.199	\$ 15.585
	Jefe de seguridad y medio ambiente	1	\$ 1.199	\$ 15.585
	Procesistas	3	\$ 1.200	\$ 46.800
	Ingeniero de procesos	1	\$ 1.599	\$ 20.781
	Ingeniero de proyectos	1	\$ 1.599	\$ 20.781
	Analistas de planeamiento	2	\$ 1.093	\$ 28.430
	Supervisores de laboratorio	3	\$ 1.093	\$ 42.645
	Técnicos químicos	7	\$ 1.036	\$ 94.246
	Analistas de calidad	3	\$ 1.093	\$ 42.645
	Técnicos en seguridad	2	\$ 1.036	\$ 26.927
	Técnicos en ambiente	1	\$ 1.036	\$ 13.464

<b>Mantenimiento</b>	Jefe de área	1	\$ 1.559	\$ 20.261
	Jefe de paro	1	\$ 1.247	\$ 16.207
	Jefe de verificación de equipos	1	\$ 1.247	\$ 16.207
	Jefe de mantenimiento	1	\$ 1.247	\$ 16.207
	Jefe de obras	1	\$ 1.247	\$ 16.207
	Jefe de almacenes	1	\$ 1.122	\$ 14.586
	Ingeniero mecánico	1	\$ 1.599	\$ 20.781
	Ingeniero civil	1	\$ 1.599	\$ 20.781
	Supervisor	1	\$ 1.200	\$ 15.600
	Técnicos mecánicos	6	\$ 1.036	\$ 80.782
	Técnicos electricistas	2	\$ 1.036	\$ 26.927
	Técnicos instrumentista	2	\$ 1.036	\$ 26.927
	Operador de almacenes	2	\$ 932	\$ 24.235
	Secretarios de área	3	\$ 625	\$ 24.375
<b>Administración</b>	Jefe de área	1	\$ 1.559	\$ 20.261
	Jefe de servicios generales	1	\$ 1.247	\$ 16.207
	Jefe de control de gestión	1	\$ 1.247	\$ 16.207
	Jefe de planificación	1	\$ 1.247	\$ 16.207
	Jefe de compras y contrataciones	1	\$ 1.247	\$ 16.207
	Jefe de tesorería	1	\$ 1.719	\$ 22.344



	Jefe de contaduría	1	\$ 1.719	\$ 22.344
	Administrativos	14	\$ 625	\$ 113.750
	Contadores	2	\$ 1.719	\$ 44.688
Total [U\$D]			<b>\$ 74.627</b>	<b>\$ 1.835.742</b>
Total [MMU\$D]			<b>\$ 0,07</b>	<b>\$ 1,84</b>
Total con cargas sociales [MMU\$D]			<b>\$ 0,11</b>	<b>\$ 2,75</b>

*Tabla 66 - Sueldos de los colaboradores. Elaboración propia*

Los demás costos fijos son estimados a partir del CAPEX.

- Mantenimiento (sin paro). 2% del CAPEX
- Contratos. 1% del Ingreso bruto
- Seguros. 0,5% del CAPEX

Costo	[MMU\$D]
<i>Salarios</i>	2,75
<i>Mantenimiento</i>	2,03
<i>Contratos</i>	0,31
<i>Seguros</i>	0,52
<b>Total</b>	<b>5,61</b>

*Tabla 67 - Total de costos. Elaboración propia*

Finalmente, los costos fijos totales son de 5,61 MMU\$D

## 11.6 - Flujo de caja:

El flujo de caja es un cuadro que determina el balance final del proyecto, en nuestro caso considera 12 años, desde que se decide invertir en el proyecto continuando con las etapas de adquisición de bienes, construcción, puesta en marcha y finalmente la etapa de funcionamiento. Este balance de flujo en años nos permitirá determinar la rentabilidad de proyecto al aplicar los índices económicos pertinentes.

### 11.6.1 Cálculos dentro del flujo de caja:

Para continuar con la evaluación económica, definiremos algunos conceptos de interés.

$$\text{Margen operativo} = \text{Ingresos} - \text{Egresos}$$

$$\text{OPEX} = \text{Costos variables} + \text{Costos fijos}$$

$$\text{EBITDA} = \text{Margen operativo} - \text{OPEX}$$

Siendo 10 los años de evaluación del proyecto

$$\text{Amortización} = \text{CAPEX}/10$$

$$\text{EBIT} = \text{EBITDA} - \text{Amortizaciones}$$

Siendo 30% la Tasa IG para Argentina

$$\text{IG} = \text{EBIT} \times \text{Tasa IG}$$

$$\text{EBT} = \text{EBITDA} - \text{IG}$$

Considerando que los intereses y pagos están relacionados con el crédito solicitado a los accionistas

$$\text{NI} = \text{EBT} - \text{Intereses y Pagos}$$

$$\text{FF} = \text{NI} - \text{CAPEX}$$

El préstamo será solicitado tanto a bancos como accionistas y será del 100% del CAPEX de 104,2 MMUSD. Dicho monto será recibido en tres cuotas.

	<b>Erogación accionistas</b>			<b>Total [MMU\$D]</b>
<i>Numero de pago</i>	1	2	3	
<i>Porcentaje de pago</i>	7,5%	70%	22,5%	100%
<i>[MMU\$D]</i>	7,8	72,9	23,4	152,1

Tabla 68 - Créditos accionistas. Elaboración propia

Consideramos una tasa de interés del 5%, a pagar a 3 años para los bancos y una del 7%, a pagar en 10 años para los accionistas;

### **Prestamos**

<i>Tipo</i>	Bancario	Accionistas
<i>Préstamo %</i>	30%	70%
<i>Préstamo</i>	\$ 31	\$ 73
<i>Tasa</i>	5%	7%
<i>Años</i>	3	10
<i>Cuota</i>	\$ 10,42	\$ 7,29
<i>Interés</i>	\$ 0,52	\$ 0,51
<i>Pago Accionistas</i>	\$ 10,94	\$ 7,80

Tabla 69 - Prestamos. Elaboración propia

Tasa de corte seleccionada 12% (TMAR=12%)

### 11.7 - Indicador económico:

Para determinar la rentabilidad del proyecto, se emplea indicadores económicos.

El VAN (Valor actual neto) representa el valor monetario del proyecto en un determinado plazo al presente. El VAN nos da como medida si el valor de la inversión será atractivo, este indicador usa como criterio que aquellos valores mayores o iguales que cero, es decir positivos, sostienen que la rentabilidad del proyecto es adecuada.

El VAN obtenido luego de la realización del cuadro de flujo es de **33,87 MMU\$D**, lo que nos indica que el proyecto es de **rentabilidad atractiva**.

### 11.8 - Análisis de sensibilidad

En este apartado, se hará un análisis de sensibilidad con el fin de pronosticar cuáles serán las variables que al modificarse afectan a los resultados económicos del proyecto. Para esto, se plantean 7 escenarios posibles y se analiza su impacto sobre el VAN.

Los 10 escenarios planteados son:

1. Precio de venta al mínimo histórico del Acetaldehído (687U\$D/tn)
2. Precio de venta al máximo histórico del Acetaldehído (2.400 U\$D/tn)
3. Aumento de un 15% del CAPEX
4. Precio de la Materia Prima al máximo histórico (Etileno 1.270 U\$D/tn y Oxígeno a 197U\$D/tn)
5. Precio de la Materia Prima al mínimo histórico (Etileno 339 U\$D/tn y Oxígeno a 98U\$D/tn)
6. Año de siniestro en el 2030 con un 0% de ventas.
7. Ventas del 90% de exportaciones, situación que se da solo en el primer año del proyecto.

Caso	Variable manipulada	VAN [MMU\$D]	Variacion [%]
Caso 0	Caso base	40,06	0
Caso 1	Precio de venta al minimo histórico	-105,87	-364%
Caso 2	Precio de venta al maximo histórico	77,88	94%
Caso 3	Aumento de un 15% del CAPEX	27,43	-32%
Caso 4	Precio de la MP al maximo histórico	-26,19	-165%
Caso 5	Precio de la MP al mínimo histórico	62,28	55%
Caso 6	Año de siniestro en el 2030	8,98	-78%
Caso 7	Ventas 90% exportaciones	-6,03	-115%

*Tabla 70 - Análisis de sensibilidad. Elaboración propia*

Del análisis de sensibilidad se obtiene que el mejor escenario es el precio de venta al máximo histórico (2.400 U\$D/tn) del acetaldehído. Por otro lado, si la materia prima aumenta a máximos históricos (2018), se producirían pérdidas por 26,19 MM U\$D.

También se analizó la posibilidad de ocurrencia de un siniestro que imposibilitaría la producción y venta del producto durante el 2030, situación en la cual se perdería un 78% de las ganancias previstas y se obtendrían 9MM U\$D.

Por último, los escenarios más nocivos son, por un lado, el no aumento del consumo interno de acetaldehído, donde el 90% de la producción deberá destinarse mayoritariamente a la exportación y un descenso del precio del acetaldehído a mínimos históricos, donde el proyecto se vuelve no rentable.

## 12 - CONCLUSIÓN

Finalizado el trabajo de investigación sobre la viabilidad de la implementación de una planta de producción de Acetaldehído, y luego de haber concluido tanto el Estudio de Mercado como el Estudio Técnico y el Estudio Económico, podemos afirmar que los resultados obtenidos han sido **satisfactorios**.

**Por este motivo se recomienda seguir con la inversión y pasar a la etapa de EPC**

## 13 – BIBLIOGRAFÍA

Amarelle, M. S., Murt, J. H., Lizarraga, A. H., León, C. R., Garrigós, A. S. i, Olivera, V. B., & Nicolás, M. R. E. (2010). Planta Producción acetaldehído (tesis). Planta producción acetaldehído. Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.

Beyramabadi, S. A., Eshtiagh-Hosseini, H., Housaindokht, M. R., & Morsali, A. (2008). Mechanism and Kinetics of the Wacker Process: A Quantum Mechanical Approach. *Organometallics*, 1-8. <https://doi.org/10.1021/om700445j>

Botia, D. C., Camargo, G., & Moreno, J. C. (2009). DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE LA PREPARACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PALADIO SOPORTADO EN GAMMA ALÚMINA EN UNA REACCIÓN DE OXIDACIÓN PARCIAL DE UN ALCOHOL. *AVANCES Investigación en Ingeniería*, 11, 1-14.

Carlroth. (n.d.). <https://www.carlroth.com:443/medias/SDB-K025-ES-ES.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wzMTg3MzN8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oMjAvaDhmLzIxMTI5OTcwMDMyOTQucGRmfGQ1MGU1ZGJIMzdjNWZhNzIxNDc3Y2NiYzkzZWZiY2E3Mml3NDQ1OWIzYzE3MDk3ZDEzM2U3NDNI3NDk0MDk0MmY>

Del Santo, M. (2015). Fundaciones Directas en Suelos.

Eckert, M., Fleischmann, G., Jira, R., Bolt, H. M., & Golka, K. (2012). Acetaldehyde. *Encyclopedia of Industrial Chemistry*, 1-18. [https://doi.org/10.1002/14356007.a01\\_031](https://doi.org/10.1002/14356007.a01_031)

Espeel, P. H., De Peuter, G., Tielen, M. C., & Jacobs, P. A. (1994, agosto 26). Mechanism of the Wacker Oxidation of Alkenes over Cu-Pd-Exchanged Y Zeolites. *American Chemical Society*, 98(44), 11588-11595. <https://doi.org/10.1021/j100095a047>

Fogler, H. S. (2008). Elementos de ingeniería de las reacciones químicas (4<sup>o</sup> ed.). Pearson Educación.

González, J. C., Villalbí, M. M., López, C. B., José, L. M., Rubiejo, S. M., & Costa, N. C. (2010). Planta de producción de acetaldehído proyecto final de Carrera, Ingeniería Química (tesis). Planta de producción de acetaldehído proyecto final de carrera, Ingeniería Química. Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.

Hydrocarbon Processing, KBR, Uhde, & Lurgi. (2010). *Petrochemical Processes 2010*.

Imbao, J., van Bokhoven, J. A., & Clark, A. (2020). Elucidating the mechanism of heterogeneous Wacker oxidation over Pd-Cu/zeolite Y by transient XAS (Vol. 11). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-14982-x>

INOXPA S.A.U. (2023, abril). Curvas características.

Kern, D. Q. (1997). PROCESOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR. Grupo Editorial Patria.

McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriott, P. (1992). Unit operations of chemical engineering. McGraw-Hill.

Nanxiang. (n.d.). Ceramic Intalox Saddle Ceramic Random Packing | Ceramic, plastic, metal random packing, ceramic ball catalyst support for tower packing, in power, petroleum, chemical, metallurgy, pharmaceutical, environmental protection, aerospace and other industries. Pingxiang Nanxiang Chemical Packing Co., Ltd. Retrieved agosto 13, 2023, from <https://www.nxpacking.com/ceramic-random-packing/ceramic-intalox-saddle.html>

Perry. (1993). Manual Del Ingeniero Quimico 2 Volume Set (R. H. Perry & Perry, Eds.). McGraw-Hill.

Rao, V., & Datta, R. (1988). Development of a Supported Molten-Salt Wacker Catalyst for the Oxidation of Ethylene to Acetaldehyde. *Journal of Catalysis*, 114, 1-11. [https://doi.org/10.1016/0021-9517\(88\)90041-3](https://doi.org/10.1016/0021-9517(88)90041-3)

Stirling, A., Nair, N. N., Lledós, A., & Ujaque, G. (2014, marzo 20). Challenges in modelling homogeneous catalysis: new answers from ab initio molecular dynamics to the controversy over the Wacker process. *Royal Society of Chemistry*, 1-13. <https://doi.org/10.1039/c3cs60469a>

Vilar, C. B., Rodríguez, E. F., Cantero, A. S., Sellas, E. D., & Rafael, L. de L. L. (2010). Planta de producción de acetaldehído proyecto final de Carrera, Ingeniería Química (thesis). Planta de producción de acetaldehído proyecto final de carrera, Ingeniería Química.

Visintini, A. A. (n.d.). La Planificación de las Inversiones en un Complejo Industrial: una Aplicación al Polo Petroquímico Comodoro Rivadavia. *Revista de Economía y Estadística*, 22(1-2-3-4), 131-273. <https://doi.org/10.55444/2451.7321.1979.v22.n1-2-3-4.3739>

Weissermel, K., & Arpe, H.-J. (2008). *Industrial Organic Chemistry*. Wiley.

Wilson, T. W. (2007, noviembre 27). *The Mechanistic Studies of the Wacker Oxidation*.