



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS**

**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS E INGENIERÍA**

**“Diseño e instrumentación de proceso para  
elaborar curtiente sintético con base en sulfonado”**

**TESIS PARA OBTENER GRADO DE:  
LICENCIADO EN INGENIERÍA QUÍMICA**

**PRESENTA:**

**Fernando Carrillo Ortega**

**DIRECTOR:**

**Dr. Orlando Fuentes Castañeda**

**SINODALES:**

**Dr. Fabián de Jesús Rendón Hernández**

**Dr. José Luis Gutiérrez Díaz**

**Dr. Víctor Velázquez Flores**

**Dr. Jorge A. Domínguez Patiño**

**CUERNAVACA, MORELOS.**

**AGOSTO, 2021**

## **AGRADECIMIENTOS**

En este apartado quisiera agradecer a las personas que contribuyeron para la elaboración de este trabajo de tesis:

En primer lugar, a mi tutor Dr. Orlando Fuentes Castañeda, por ser mi guía y apoyo con sus conocimientos ingenieriles y sobre todo por ser un ejemplo para mí de profesionalista honrado y de excelencia.

Agradezco a mis profesores que me brindaron las herramientas para desempeñar este trabajo.

A mi casa de estudios la facultad de ciencias químicas e ingeniería que con orgullo pondré en alto cuando este laborando.

## **DEDICATORIA**

A mi madre Rita Ortega Gaucin, a mi hermana Erika Carrillo Ortega, y a mi amada Liliana Guatemala Lara, por ser motivación, por sus palabras de apoyo, ayudándome a recargar mis energías cuando era necesario.

A Dios que me ha dado los dones para realizar este trabajo, por ser la base de mi moral y por cada día que me permitió despertar, no solo con vida, sino que también me permitió continuar con salud, fuerzas y entusiasmo, le agradezco por cada experiencia y momentos que suma a mi vida en el camino del propósito que tiene para mi vida.

<b>INDICE</b>	
<b>Resumen</b>	1
<b>Abstract</b>	2
<b>Introducción</b>	4
<b>CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES</b>	8
1.1. Generalidades	9
1.2. Industria del cuero	9
1.3. Proceso de curtido	11
1.4. El diseño de proyecto industrial	12
1.5. El reactor	14
1.6 Presión del reactor	16
1.7 Transferencia de masa dentro del reactor	17
1.8 Baffles	18
1.9 Velocidades de impulsores	19
1.10 Intercambio de calor en el reactor	19
1.11 Calidad del material	20
1.12 Costo del material	20
1.13 Disponibilidad de materiales	21
1.14 Soldadura del tanque del reactor	21
1.15 Tapas	23
1.16 Tanques de almacenamiento	24
1.17 Bombas	26
1.18 Instrumentación	34
<b>1.19 Hipótesis</b>	40
<b>1.20 Objetivo general</b>	40
1.20.1 Objetivos específicos	40
<b>CAPITULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO</b>	42
2.1. Presentación	43
<b>CAPÍTULO 3. DESARROLLO</b>	47
3.1 Diagrama de tuberías e instrumentación	48
3.2 Origen, traslado y costo de la materia prima	49
3.3 Diseño del reactor R-120	52
3.4 Diseño del reactor R-130.	62
3.5 Selección de caldera	71
3.6. Selección de tanques de almacenamiento	72
3.7 Selección de bombas	79
3.8 Instrumentación	81

## *INDICE*

---

---

3.9 Desarrollo de Loop de control	
<b>CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	91
4.1 Determinación de costo reactor R-120	92
4.2 Determinación de costo reactor R-130	93
4.3 Determinación de costo caldera C-01	94
4.4 Resumen ejecutivo	95
<b>CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	98
5.1. Conclusiones	99
5.2. Recomendaciones	99
<b>REFERENCIAS</b>	101
<b>ANEXO I</b>	I
A.1.1. MSDS Fenol	I
A.1.2. MSDS ácido clorhídrico	II
A.1.3. MSDS Urea	III
A.1.4. MSDS ácido sulfúrico	IV
A.1.5. MSDS ácido acetofosfónico	V
A.1.6. MSDS ácido aceético	VI
<b>ANEXO II</b>	
A.2.1 Ficha técnica PLC con ARDUINO (ATMEGA 2560)	I

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1.1. Metodología general de la ingeniería de proyectos	14
Figura 1.2. Tipos de agitadores	
Figura 1.3 Bomba de diafragma	34
Figura 1.4. Bomba de pistón sin válvula	27
Figura 1.5. Bomba de pistón sin embolo	28
Figura 1.6. Bomba centrífuga y bomba axial	29
Figura 1.7 Cargas en un sistema hidráulico	30
Figura 1.8. Clasificación de los controladores lógicos	36
Figura 2.1 Mecanismo de reacción para obtener producto sulfonado	44
Figura 3.1 Diagrama de tuberías e instrumentación.	48
Figura 3.2 PLC con Arduino (ATMEGA2560) V6	
Figura 3.3. Esquemático electrónico	43
Figura 4.1 Layout	

## ***LISTA DE TABLAS***

---

---

### **LISTA DE TABLAS**

Tabla 1.1 Eficiencia de algunos tipos de juntas	22
Tabla 1.2 Rendimientos de una bomba	32
Tabla 1.3 Selección de una bomba	33
Tabla 2.1 Especificaciones del producto sulfonado	44
Tabla 2.2 Especificaciones del producto terminado	45
Tabla 3.1 Costo de la materia prima para producto sulfonado	51
Tabla 3.2 Costo de la materia prima para curtiente liquido	51
Tabla 3.4 Nomenclatura de ecuaciones	52
Tabla 3.5 Dimensiones de placas	61
Tabla 4.1 Costo reactor R-120	92
Tabla 4.2 Costo reactor R-130	93
Tabla 4.3 Costo caldera C-01	94
Tabla 4.4 Resumen ejecutivo	95

# RESUMEN





## RESUMEN

En esta presente tesis de licenciatura, se utilizan conceptos de ingeniería de proyectos y de diseño, para especificar lo necesario para escalar un procedimiento de síntesis de cortante sintético a una planta industrial, se describe el procedimiento para llevar a cabo un proyecto de tal índole haciendo énfasis especial en el diseño de reactores, instrumentación y el costo que conllevan; se utilizan normas establecidas para homogenizar los estándares del proyecto, tal como la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME por sus siglas en inglés) sección VIII para tanques sujetos a presión, utilizada en el diseño de reactores, especificando materiales aptos para el proceso, medidas geométricas y medidas nominales, la Sociedad de Instrumentos y Automatización (ISA por sus siglas en inglés) para establecer un diagrama de tuberías e instrumentación con simbología de similitud para la industria; se calcula el costo de producción para estimar el precio del producto terminado y la inversión necesaria para comenzar el proyecto, para optimizar los costos la instrumentación se propone utilizar una variante de vanguardia de controlador lógico programable (PLC por sus siglas en inglés) utilizando el entorno de desarrollo integrado de Arduino, que realiza la misma función que un dispositivo PLC de marcas reconocidas como Siemens, pero reduciendo su costo de hasta un 50%, tomando los aspectos fundamentales para la aprobación de un proyecto, el alcance de esta tesis corresponde a estimar la inversión a realizar para llevar a cabo el proyecto, cumpliendo con los estándares de calidad necesarios en territorio mexicano para poner el producto a venta en el mercado.

**ABSTRACT**

**In this present degree thesis, project and design engineering concepts are used, to specify what is necessary to scale a synthetic tanning synthesis procedure to an industrial plant, the procedure to carry out a project of this nature is described by doing special emphasis on the design of reactors, instrumentation and the cost involved; Established norms are used to homogenize the project standards, such as the ASME section VIII norm for pressure tanks, used in the design of reactors, specifying materials suitable for the process, geometric measurements and nominal measurements, the ISA norm to establish a piping and instrumentation diagram with similarity symbology for industry; the cost of production is calculated to estimate the price of the finished product and the investment required to start the project, to optimize costs the instrumentation is proposed to use a state-of-the-art variant of a programmable logic controller (PLC) using the Arduino integrated development environment , which performs the same function as a PLC device from recognized brands such as Siemens, but reducing its cost by up to 50%, taking the fundamental aspects for the approval of a project, the scope of this thesis corresponds to estimating the investment to be made for carry out the project, complying with the necessary quality standards in Mexican territory to put the product on the market for sale.**

# INTRODUCCIÓN



## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la utilización de la piel como materia prima para elaborar productos como guantes, ropa, calzado, bolsas, etc., ha sido reducida, debido a la gran competencia externa sustituyendo el cuero como materia prima (Paganoni, 2018). Desde el punto de vista ambiental el rubro curtiente siempre ha sido asociado como una industria contaminante, sin tener en cuenta que aprovecha un subproducto altamente putrescible y de biodegradación lenta (Vásquez Paniagua, 2009); Diariamente las industrias generan enormes cantidades de subproductos como vísceras, huesos, escamas, y piel; debido a las demandas alimentarias que tiene la industria de la carne animal, la industria del curtido genera una solución al generar riqueza de los subproductos de la matanza y despellejamiento de los animales, ya que estos muchas veces no son tratados adecuadamente y pueden llegar a convertirse en un problema ambiental en el perímetro de las procesadoras. El cuero es un recurso renovable, en contraste con los materiales y fibras de origen petroquímico que se postulan como alternativas (Taylor, 2006). Sin embargo, la producción de los curtientes genera una importante carga al medio ambiente, que puede ser controlada si se mantienen las precauciones necesarias para contrarrestar dicho impacto.

La cantidad y composición de los residuos que se generan dependen, principalmente de la técnica de curtido utilizada, pero también del número y tipo de operaciones realizadas, ya que algunas son opcionales; así como de la secuencia de estas, de la dosificación de productos químicos y, en general, del control de proceso (Juliana Belalcazar B., 2012).

Desde el punto de vista económico el cuero al ser un desecho para la industria de la carne, es rentable utilizarlo para la generación de bienes (fundas, botas, chaquetas, mangos, bolsas, cinturones, guantes, etc.) (Martinez Diaz, 2018), así que el desarrollo de una a planta de producción de curtiente también lo es, tomando en cuenta la ingeniería de proyectos siendo la etapa en la que se definen los recursos necesarios para la ejecución de planes, así como las máquinas y los equipos, el lugar de

implantación, las tareas para el suministro de insumos, los recursos humanos, las obras complementarias, y dispositivo de protección ambiental, será factible el desarrollo de una planta para la producción de curtiente sintético.

El diseño de los equipos aplicado a procesos industriales, así como la automatización ha experimentado una gran evolución en las últimas décadas gracias al empleo de dispositivos programables “**Programmable Logic Controller**” (PLC), que permiten un control prácticamente absoluto de la evolución de un proceso. La buena utilización de estos equipos requiere tener basto conocimiento de programación (software) y de los periféricos, actuadores y sensores (hardware) que intervienen. (Medina Garcia, 2010). La redacción de la presente tesis combina los aspectos de diseño de equipos, ingeniería de proyectos y de automatización mediante PLC con los requerimientos de la industria para el desarrollo de un curtiente sintético.

Un buen material curtiente, se determina por las características que transmite a los cueros una vez finalizado el proceso de industrialización como el color, la calidad resultante y además se determina por la facilidad que tenga durante el curtido de formar ácidos, ya que su intervención es primordial en un buen acabado del trabajo. (Allcahuaman Olarte, 2015)

A pesar de la gran variedad de curtientes que existen, por leyes que regulan el impacto ambiental en todo el mundo (Eliana Esparza, 2001), ha sido sugerido reemplazar el uso de las populares sales de cromo como agente curtiente y remover todas las trazas de cromo que se encuentran en los residuos de tenerías. Esto ha promovido la investigación en la búsqueda de otros curtientes, como alternativa al proceso de curtido con cromo. (Mata-Mata, 2008) y popularizando el uso de curtientes sintéticos.

Existen diferentes tipos de curtientes clasificados según su procedencia; curtientes vegetales, curtientes minerales (a base de aluminio, cromo, hierro, circonio, etc.) y curtientes sintéticos; estos últimos también llamado como curtientes de sustitución, son taninos sintéticos cuya estructura química es semejante a la de los taninos naturales porque contienen grupos

hidroxílicos fenólicos y por lo tanto tienen la capacidad de reaccionar con la proteína del cuero produciendo cuero curtido, es decir que se pueden utilizar como curtientes únicos, estos poseen características especiales brindando ventajas y desventajas sobre otros tipos de curtientes como mayor solidez a la luz y a la oxidación, comparando con los curtientes vegetales estos tienden a oscurecerse con la luz y a oxidarse con el oxígeno del aire; aclaran más el color del cuero dependiendo de cómo se ocupara el cuero, puede ser tomado como ventaja o desventaja, ya que son altamente aniónicos, lo cual quiere decir que al intentar teñir el cuero, las moléculas del curtiente sintético ocupan el lugar que ocuparían las anilinas al teñir; sus agregados de moléculas y partículas son de menor tamaño, con un coloide menor que los taninos vegetales naturales por lo que dan un cuero menos relleno obteniendo cueros más blandos pero utilizando más producto en la curtación, además son menos sensibles al hierro y a los electrolitos; ahora bien, los curtientes sintéticos también son usados como auxiliares en la curtación facilitando el proceso a otros productos curtientes o para modificar el comportamiento de los extractos vegetales o de los curtientes sintéticos de sustitución. (Armendáriz, 2016)

En la presente tesis se realizará el diseño de la planta industrial para la obtención de producto curtiente sintético líquido, describiendo el proceso, elaboración del PFD (Process Flow Diagram); así como el P&ID (Piping and Instrumentation Diagram) y adecuando a este los equipos necesarios reactores, tanques, bombas, etc. así como la instrumentación.

# CAPÍTULO 1

# ANTECEDENTES

---

---

## CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES

### 1.1. Generalidades

El cuero como materia prima en productos considerados “diseñados”, es la piel animal preparada químicamente para producir un material robusto, flexible y resistente a la putrefacción (van Driel-Murray, 2008), en la actualidad es asociado rubros tradicionales (de marroquinería, calzado e indumentaria), guiados comercialmente por las tendencias globales provenientes del mundo de la moda. Casi toda la producción mundial de cuero procede de pieles de ganado vacuno, caprino y lanar; estas pieles deben ser de espesor uniforme, sanas y de buena resistencia, una piel delgada, de conformación débil y quebradiza da un producto que una vez industrializado, posee características que lo relegan a destinos inferiores (Olaya Zavala, 2015). También se emplean, en menor proporción, pieles de caballo, cerdo, canguro, ciervo, foca, morsa y diversos reptiles. En estos casos el rol del cuero se caracteriza y fundamenta en base a sus ventajas funcionales dada su alta resistencia a la tracción y abrasión, capacidad térmica/hidrófuga<sup>i</sup> y su respirabilidad (Pedro, 2008).

Desde los tiempos más remotos el hombre se ha dedicado a trabajar el cuero y en forma ingeniosa pudo convertirlo en una serie de objetos útiles y confortables, con laboriosos esfuerzos y tareas delicadas y artísticas, los trabajos en piel han generado una fascinación innegable; debido a que el material siempre se trabajó de manera artesanal, constituyendo un importantísimo gremio durante el medioevo, época en que el cuero era una de las materias primas más extendidas en las industrias artesanales, en general; generó un apego hacia la humanidad en relación al arte, los factores que cuentan para la popularidad de este material son su enlace fibroso tridimensional y su asociada porosidad, como también la química natural de la estructura de la piel basada en el colágeno<sup>ii</sup>. (Kite, 2006)



## 1.2. Industria del cuero

La industrialización de las pieles que se utilizan en la elaboración de diversos objetos de piel con valor comercial, se le conoce como proceso de curtido, convirtiendo la piel putrescible (que puede pudrirse) en cuero imputrescible. (Ramdhani, 2017).

Las materias primas empleadas por la industria del cuero son sobre todo productos secundarios de la industria de la carne. Después de matar y despellejar al animal, y antes de iniciarse el proceso de curtido, las pieles en bruto se curan salándolas o secándolas. Dentro de los métodos de curado más frecuentes se encuentra el uso de sal (NaCl) ya sea por salazón húmeda o por el curado con salmuera. (Ranken, 2003)

Originalmente, para el curtido se usaban vegetales como cortezas, maderas, hojas y raíces, en su mayoría de plantas tropicales o subtropicales como la mimosa, el quebracho o el castaño; además de la vieja curtación a la grasa o al aceite y la curtación con sales de aluminio ( $Al_2(SO_4)_3$ ) que debido a su característica de que al lavarse se desprende del cuero y pierde efecto de curtido, tienen hoy en día muy poca demanda. En la curtación vegetal, el agente que evita que la piel se pudra y se encoja es una sustancia conocida como tanino, de esta proviene el término “*tanning*” del inglés que significa “*curtir*” (Procter, 1916), esta sustancia reacciona con las moléculas de colágeno presentes en la piel, enlazándose entre sí para transformarla en cuero. (Isaza, 2007)

A pesar de la efectividad de los curtientes a base de tanino, por la naturaleza de la obtención de esta materia prima, es necesario tener un vasto recurso natural, para evitar problemas por explotación del recurso (Faria, 2016); debido a la necesidad del curtiente, se desarrollaron productos que siguen el mecanismo para evitar la putrefacción de la piel.

### 1.3. Proceso de curtido

El proceso completo se puede clasificar, básicamente en cuatro etapas; la primera que se denomina **ribera** y en ella se lleva a cabo la limpieza de la piel que se recibe como materia prima, la cual puede estar conservada con sal común (NaCl), en cuyo caso se denomina "verde salado" o recibirse fresca o seca. En esta etapa se eliminan todos los componentes de la piel que no son transformables a cuero, como sales de sodio, pelo y material proteínico. La segunda etapa comprende propiamente el proceso de **curtido**, mediante el cual se logra impartir estabilidad química y física a la piel evitando su putrefacción y haciéndola resistente a cambios de temperatura y humedad. En esta etapa se pueden utilizar materiales de origen vegetal (Curtido Vegetal), sales inorgánicas, especialmente sales de cromo (Curtido al Cromo) o Curtiente sintético. La piel curtida se denomina cuero azul. La tercera etapa se conoce como **re-curtido, teñido y engrase**, y en ella se logra que el cuero adquiera suavidad, color y otras características que son necesarias para fabricar artículos comerciales. Finalmente, en la cuarta etapa denominada **acabado** se imparte al cuero las características específicas que el mercado impone a cada tipo de producto, como puede ser el grabado, color y tacto, entre otros (Freire Dávila, 2015).

#### Tipos de curtidos

A pesar de que la mayoría de los curtientes sintéticos que existen en el mercado van destinados al curtido de pieles de mamíferos, existen diferentes parámetros que cumple cada tipo de curtiente, y algunos no solo se limitan a la curtición de un tipo de piel en específico, sino que son tan versátiles que incluso se utilizan para curar otro tipo de materias primas

#### 1.4. El diseño de proyecto industrial

Una de las tareas del ingeniero de diseño cuando está frente a una serie de operaciones que transforman ciertos insumos o materias primas mediante procesos físicos y químicos consiste en el dimensionamiento de los equipos correspondientes. En los casos en que se dan transformaciones químicas (o bioquímicas) de la materia, el corazón del proceso se da en el reactor químico. Para diseñar un reactor debe contestarse una serie de preguntas tales como: ¿qué tipo de equipo se necesita para lograr la extensión de la reacción requerida? ¿qué condiciones de operación (temperaturas, presión, velocidades de flujo) se necesitan? ¿El proceso será continuo o estacionario? (I. López, 2009).

La respuesta a estas cuestiones constituye el diseño del proceso del reactor que encara un complejo proceso a seguir en la generación de ideas o conceptos de diseño, "no es posible establecer hasta no conocer el problema de diseño a resolver, criterios o normas para solucionarlos, pues todos y cada uno de ellos poseen características únicas que responden a requerimientos o restricciones específicas" (RODRIGUEZ, 1983); sin embargo, sí es posible enunciar ciertas etapas generales aplicables a todo proyecto, así como; metodologías establecidas para el diseño de ciertos equipos (reactores, bombas, intercambiadores de calor, calderas, etc.) y adecuarlos al proceso a diseñar, tomando en cuenta a los proveedores de los materiales, utilizando medidas nominales para tener accesibilidad a estos y poseer un equipo de medidas nominales.

En el trabajo de diseño de un proceso de manufactura química se divide en dos grandes fases (Gavin Towler, 2008).

La primera fase consiste en el **diseño del proceso** utilizando diagramas de flujo del proceso, incluyendo la selección, especificación y el diseño del equipo que llevará a cabo el proceso.

En cualquier proceso industrial para poder identificar los equipos e instrumentos de una manera sencilla y poder tener además una idea de las

condiciones de diseño de cualquier proyecto de ingeniería se utiliza una herramienta que se conoce comúnmente por las siglas DTI (diagrama de tuberías e instrumentación). (Marguellis Gutiérrez, 2017)

Estos diagramas están compuestos por una serie de símbolos que permite identificar todos los componentes que conforman un proceso, como tuberías, número de líneas de tubería y sus dimensiones, válvulas, controles, alarmas, equipos, niveles, presostatos, drenajes, purgas, bombas, etc. El instrumento de símbolos standard utilizados en estos diagramas se basa generalmente en la Norma ISA S5.1. Sistemas de Instrumentación y Automatización de la sociedad (Norma ISA S5.1, 2009).

La segunda fase del diseño consiste en el **diseño de la planta**, que aborda el diseño mecánico a detalle de los equipos, el diseño estructural, civil y eléctrico; cada actividad utilizando especialistas responsables para las etapas del diseño.

Ya que el diseño de una planta industrial requiere estudios multidisciplinarios, se ha realizado el siguiente diagrama para enfocarse en las tareas de un ingeniero químico para contribuir al diseño de la planta industrial, en ocasiones algunas etapas pueden aplicarse juntamente con ingenieros especializados en otros temas (eléctricos, mecánicos, civiles, en economía, etc.) para realizar el proyecto de la mejor manera posible.



**Figura 1.1** Metodología general de la ingeniería de proyectos

### 1.5. El reactor

La parte central al momento de realizar una reacción química es el reactor químico, el cual se diseña para maximizar el grado de conversión y al menor costo este en general está conformado por el tanque, agitador, impulsores, baffles, difusor, la chaqueta y los instrumentos que controlaran los servicios como vapor o agua de enfriamiento.

Para el diseño de un reactor se debe conocer el tamaño y tipo de reactor, y las condiciones de operación más adecuadas para el fin propuesto. Como esto puede exigir que las condiciones en el reactor varíen con la posición y con el tiempo, es necesario efectuar la integración adecuada de la ecuación cinética para las condiciones de operación. Esta integración puede presentar dificultades debido a que la temperatura y la composición del fluido reaccionante pueden variar de un punto a otro del reactor, dependiendo del carácter exotérmico o endotérmico de la reacción y de la velocidad de intercambio de calor con los alrededores. Por otra parte, las características geométricas del reactor determinan la trayectoria del fluido a través de este, y fijan las condiciones de mezclado que contribuyen a diluir la alimentación y redistribuir la materia y el calor: por consiguiente, antes de poder predecir el funcionamiento de un reactor es necesario tener en cuenta muchos factores, constituyendo el principal problema del diseño el conocimiento del modo más adecuado de tratar estos factores.

Los aparatos en los que se efectúan reacciones pueden ser de tres tipos generales: discontinuos, de flujo estacionario, y de flujo no estacionario (semicontinuos) (Levenspiel, 2015).

Para calcular los parámetros geométricos de un reactor en lo que al diseño del tanque confiere, las relaciones, los procedimientos y fórmulas de diseño se establecen en las normas de *ASME Code for Pressure Vessels*, sección VIII, división 1, así como los datos de otras fuentes de aceptación general que no están comprendidos por dichas normas (Megyesy, 1992).

### 1.6. Presión del reactor.

Existen diferentes presiones que se deben tomar en cuenta en el diseño del tanque de un reactor como la presión de operación, la presión de diseño, la máxima presión permitida de operación y la presión de prueba hidrostática.

La presión de operación se refiere a la presión que se requiere en el proceso del que forma parte el recipiente, es decir; a la cual trabaja normalmente éste.

La presión de diseño como su nombre lo indica, es la presión a la cual se diseña el tanque, (Megyesy, 1992) recomienda diseñar el recipiente y sus componentes a una presión mayor a la de operación sumándole  $30 \frac{lb}{pulg^2}$  o el 10% de la presión de operación, utilizando el que sea mayor.

La máxima presión permitida de operación es la presión interna a la que está sujeto el elemento más débil del recipiente correspondiente al esfuerzo máximo admisible, cuando se supone que el recipiente está:

- a) en estado de desgaste por corrosión
- b) a una temperatura determinada
- e) en posición normal de trabajo
- d) bajo el efecto de otras cargas (carga de viento, presión externa, presión hidrostática, etc.) que son aditivas a la presión interna.

Una práctica común que siguen muchos usuarios y fabricantes de recipientes sujetos a presión es considerar la presión máxima de trabajo permitida de la cabeza o del casco, y no la de elementos pequeños como bridas, aberturas, etc. (Megyesy, 1992)

La presión de prueba hidrostática se refiere a la presión a la cual se realizara la prueba hidrostática que consiste en someter al tanque a 1.25 veces la presión de diseño de 2 horas como mínimo a 4 horas, el tanque deberá mantener esta presión con tolerancia del 3%; En el caso de que la presión baje considerablemente por fugas o fisuras la prueba será rechazada caso contrario la prueba será aceptada, estos criterios se

establecen en las normas de *ASME Codelor Pressure Vessels*, sección VIII, división 2.

### **1.7. Transferencia de masa dentro del reactor**

Las recomendaciones mencionadas anteriormente en el diseño del tanque del reactor hacen que este sea más alto que ancho, lo que favorece el tiempo de contacto entre las partículas y el líquido y por lo tanto la transferencia de masa (Treybal, 1994), pero no debe de ser demasiado alto para que no se vuelva inestable y requiera de costosos anclajes para evitar posibles volcamientos.

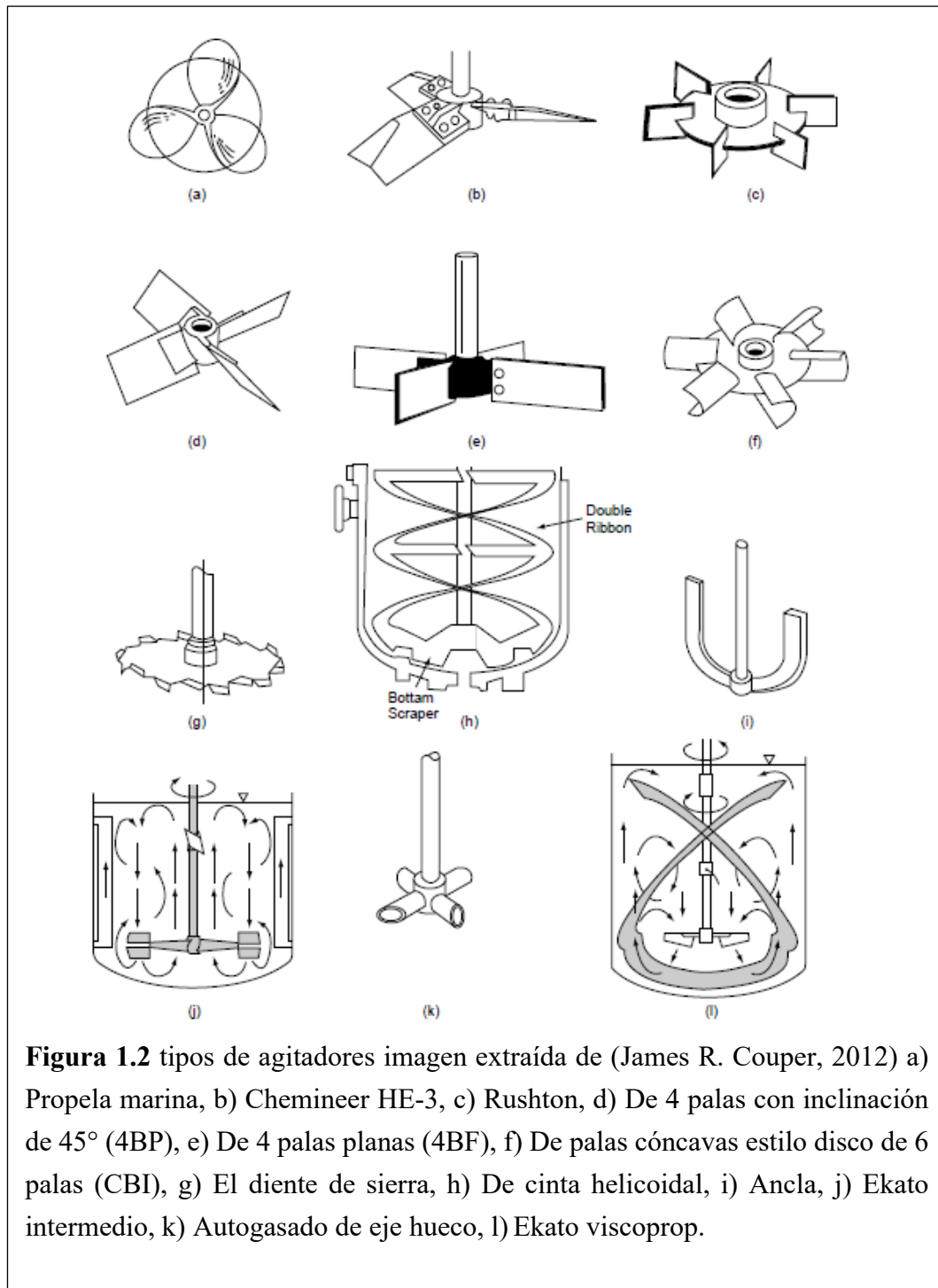
El mezclado dentro del interior del reactor es de suma importancia, ya que favorece el aumento de la conversión, de la difusividad y de los coeficientes de transferencia de calor. Hablar del mezclado significa referirse a la fuente de agitación que lo conlleva, los elementos que determinan el mezclado del tanque son los agitadores.

Para el proceso de mezclado se consideran todas las combinaciones posibles de fases o estados de la materia, de las cuales las más frecuentes son:

1. Gases con gases
2. Gases en líquidos: dispersión de gas
3. Gas con solidos granulados: fluidización, transporte neumático, secado
4. Líquidos en gases: atomización.
5. Líquidos en líquidos: disolución, emulsificación, dispersión.
6. Líquidos con solidos granulares: suspensión, disolución.
7. Solidos con solidos: mezcla de polvos

Existen diferentes tipos de agitadores en la figura 1.1 se presentan 12 de los agitadores más utilizados disponibles en todo el mundo, todo dependerá que tipo de flujo que se busca, las velocidades máximas de mezclado y la geometría del recipiente, todas las especificaciones de estos agitadores y los parámetros de instalación se encuentran detalladas en (James R. Couper, 2012).





**Figura 1.2** tipos de agitadores imagen extraída de (James R. Couper, 2012) a) Propela marina, b) Chemineer HE-3, c) Rushton, d) De 4 palas con inclinación de 45° (4BP), e) De 4 palas planas (4BF), f) De palas cóncavas estilo disco de 6 palas (CBI), g) El diente de sierra, h) De cinta helicoidal, i) Ancla, j) Ekato intermedio, k) Autogasado de eje hueco, l) Ekato viscoprop.

### 1.8. Baffles

Los baffles o deflectores se utilizan generalmente para mezclas de régimen de flujo transicionales y turbulentos, excepto en sistemas de suciedad severa, que requieren una limpieza frecuente de la parte interna del tanque. Para la mezcla de régimen de flujo laminar de fluidos viscosos, no se

necesitan deflectores. En tanques cuadrados y rectangulares, las esquinas rompen el patrón de flujo tangencial y por lo tanto proporcionan un efecto desconcertante y es posible que no se necesiten deflectores de pared. Los deflectores tampoco son utilizados para mezcladores laterales en tanques grandes y mezcladores en ángulo en tanques pequeños.

Los deflectores de pared suelen consistir en superficies sólidas colocadas de manera tangencial a los flujos generados por el impulsor giratorio, El baffle de pared tiene una significativa influencia en el comportamiento del flujo y la calidad de mezcla resultante, en ausencia de deflectores, el flujo creado por la rotación del impulsor es bidimensional y causa la acción de remolino, es decir, rotación del cuerpo sólido (RAMESH R. HEMRAJANI, 2004).

Para el diseño interior del tanque del reactor (Treybal, 1994) recomienda la colocación de 4 baffles alrededor del perímetro del tanque espaciados a 90° para evitar la formación de vórtices, con un ancho igual a  $D/12$  y una separación (el claro) entre la pared del tanque y el baffle a fin de evitar el estancamiento del líquido y los sólidos presentes en él igual a  $1/5$  del ancho del baffle, siendo  $D$  el diámetro del tanque.

### **1.9. Velocidades de impulsores.**

Con motores eléctricos de 1750 rpm, las velocidades estándar del impulsor (Edward L. Paul, 2004) son 4, 5, 6, 7.5, 9, 11, 13.5, 16.5, 20, 25, 30, 37, 45, 56, 68, 84, 100, 125, 155, 190, 230, 280, 350 y 1750. Además, los motores eléctricos de 1200 rpm están fácilmente disponibles.

### **1.10. Intercambio de calor en el reactor**

Los intercambiadores de calor son utilizados para el enfriamiento o calentamiento de las sustancias; dentro del reactor la manera más utilizada de efectuar estos cambios de temperatura son de tipo serpentín o de chaqueta.

El serpentín: Son tubos arrollados en espiral que se colocan en el interior de los tanques a los que se desea calentar o enfriar, en general por el

interior del serpentín se introduce el agua de enfriamiento o el vapor de calentamiento.

La chaqueta: o también conocida como camisa o envoltura, es una capa exterior al tanque que lo envuelve y por este se introduce el agua de enfriamiento o el vapor de calentamiento.

La elección de cualquier modo de calentamiento debe ser especificada de acuerdo con las necesidades de cada proceso, en general el serpentín tiene mayor área de transferencia de calor que la chaqueta, pero ocupa lugar dentro del tanque del reactor, además de que el uso del serpentín proporciona una mayor resistencia a la presión ya que no está soldada, y esto significa que es posible trabajar con velocidades de flujo más alta. La mayoría de los reactores, cuentan con sistemas de agitación en el interior de los tanques, lo que conlleva un riesgo para los accesorios internos de los reactores, ya que puede ocurrir un accidente como la colisión entre el serpentín y el agitador, así; ocasionando contaminación del producto, es por esto que se prefiere el uso de la chaqueta como intercambiador de calor externo al tanque disminuyendo accidentes y teniendo una buena área de transferencia de calor, un parámetro de diseño para la chaqueta consiste en la obtención del ancho de esta, existen ecuaciones empíricas para calcular el ancho de chaqueta como  $D_{chaqueta} = D_{reactor} + 2t + 2Claro$ , siendo t el espesor de placa del tanque del reactor.

(unidades del sistema internacional)

#### **1.11. Calidad del material**

El material de construcción del equipo debe ser de un material adecuado y confiable, para evitar la corrosión y un desgaste prematuro del mismo, el cual cumpla con los requisitos necesarios para cumplir el requerimiento establecido. De igual forma, la selección del material será un limitante importante para uso del equipo, debido a esto solo se podrá trabajar con cierto rango de sustancias dentro del reactor.

#### **1.12. Costo del material**

Otro criterio trascendente en la selección de materiales es el costo de estos, esto nos indicará si es factible la construcción del equipo requerido. Puede

ser que la calidad del material sea la requerida pero el costo es muy excesivo, en dicho caso se deberá tomar una decisión ya sea en invertir en el material de construcción o de escoger otro tipo de material.

### **1.13. Disponibilidad de materiales**

También es importante tomar en cuenta después del costo y la calidad, que los materiales se encuentren disponibles en el mercado. De otra forma se debe cambiar el material de construcción tomando en cuenta los anteriores parámetros.

### **1.14. Soldadura del tanque del reactor**

En caso particular de que el diseño del tanque del reactor no se pueda realizar en una sola pieza, existen varios métodos para hacer el tanque del reactor uniendo placas con soldadura a lo que se le llama juntas o costura, la elección de un tipo de entre las numerosas alternativas, depende de:

1. Circunstancias en que ha de realizarse la soldadura.

En muchos casos, la accesibilidad de la junta determina el tipo de soldadura. En un recipiente de diámetro pequeño (menos de 18-24 pulgadas), no puede aplicarse la soldadura manual. Se utiliza una tira de respaldo, ésta debe permanecer en su lugar. En los recipientes de mayor diámetro, si no tienen registro pasa hombre, la última junta (de cierre) sólo puede soldarse desde el exterior. El tipo de soldadura puede ser determinado también por el equipo del fabricante.

2. Requisitos de las normas.

De acuerdo con el tipo de junta, las normas *ASME Codelor Pressure Vessels*, sección VIII, división 1 en el párrafo UW establecen requisitos basados en el servicio, el material y la ubicación de la soldadura; Estos procesos de soldadura pueden aplicarse en la construcción de recipientes sujetos a presión y calderas, se describen bajo los títulos:

a. Tipos de juntas soldadas

(Juntas permitidas por las normas, su eficiencia y las limitaciones de sus aplicaciones). Tabla UW-12.

b. Diseño de juntas soldadas (Tipos de juntas en recipientes para varios servicios y con ciertas condiciones de diseño). UW-2, UW-3.

c. Eficiencias de junta y reducciones de esfuerzos (Eficiencias de juntas en ciertos puntos y esfuerzo permisible reducido para usarse en cálculos de componentes de recipientes).

Los datos de la tabla están basados en las siguientes regulaciones del código: Total, por zonas, examen radiográfico parcial o no radiografiado de juntas A, B y C. UW-11

**Tabla 1.1 Eficiencia de algunos tipos de juntas, datos extraídos de ASME Codelor Pressure Vessels, sección VIII, división 1 en el párrafo UW-12 pag. 14**

Tipos de juntas		Eficiencia de la junta cuando es:		
		Radiografiada totalmente	Examinada por zonas	No examinada
1	Juntas a tope hechas por doble cordón de soldadura o por otro medio con el que se obtenga la misma calidad de metal de soldadura depositada sobre las superficies interior y exterior de la pieza.	1.00	0.85	0.70
2	Junta a tope de un solo cordón con tira de respaldo que queda en su lugar después de soldar	0.90	0.80	0.65

Para el cálculo del esfuerzo longitudinal, la eficiencia de junta parcialmente radiografiada es la misma que la de juntas radiografiadas por zonas.

### 3. Economía de la soldadura.

Si los dos factores anteriores permiten la libre elección, la economía es el factor decisivo. Siguen algunas consideraciones relativas a la economía de las soldaduras:

La soldadura de baja calidad hace necesaria la utilización de placa de mayor espesor para el recipiente.

El que sea más económico utilizar soldadura de mayor resistencia y placa más delgada o lo contrario, depende del tamaño del recipiente, del equipo de soldadura, etc. Esto debe decidirse en cada caso particular (Megyesy, 1992).

### **1.15. Tapas.**

Las tapas o fondos de tanques se encuentran estandarizados y cada norma o código de fabricación y/o de diseño especifica una geometría determinada para el grupo fondos (o tapas) que se considera como estándar, esta geometría se relaciona con la distribución de la presión interior del tanque sobre el fondo y resulta fundamental para el cálculo estructural del tanque concretamente en la determinación del espesor de la tapa y el volumen de esta.

Es así que el código ASME en la sección UG-32 especifica los fondos toriesféricos y los denomina F&D (flanged and dished ends) y especifica dos geometrías estándar de base aunque considera en otra sección fórmulas para diferentes composiciones geométricas de los fondos, la primera corresponde a un fondo con un Radio de Bombeo ( $r_b$ ) igual al Diámetro y un radio de borde igual al 6% del Diámetro exterior y el segundo varía en el radio de borde que lo especifica como el 10% del Diámetro exterior (The American Society of Mechanical Engineers, 2013). También el código sueco o SPVC (Swedish Pressure Vessel Code) norma europea posteriormente adoptada en parte por la ISO, especifica algunas geometrías determinadas como la "KLOPPERFORM" que equivale al ASME F&D con  $r_b$  igual al 10% del diámetro o la SMS-895 que tiene un  $r_b = D$  y  $r_b = 0,05D$  (5%D) muy similar al otro estándar F&D de ASME pero adicionalmente estandariza otras tales como la SMS-483 con  $R_B = 0,875D$  y  $r_b = 0,08D$  (8%D) o la SMS-482 con  $R_B = 0,8D$  y  $r_b = 0,16D$  (16%D) (Swedish pressure vessel commission, 1967), es importante de resaltar que la selección de la geometría del fondo incide directamente en el diseño estructural de un tanque o recipiente a presión de ahí que la determinación de la geometría adecuada del fondo impacte directamente los costos y funcionalidad de un determinado equipo.

### **1.16. Tanques de almacenamiento.**

Los tanques de almacenamiento se usan como depósitos para contener una reserva suficiente de algún producto para su uso posterior y/o comercialización. Los tanques de almacenamiento se clasifican según la presión a la que se someten en:

- 1.-Presión atmosférica
- 2.-Sujetos a presión

Los tanques de almacenamiento de presión atmosférica se usan comúnmente para almacenar líquidos o sólidos con la limitante de que solo se pueden usar a presión atmosférica o presiones internas relativamente pequeñas, estos se clasifican de acuerdo con su geometría como:

- 1.- Cilíndricos Horizontales.
- 2.- Cilíndricos Verticales de Fondo Plano.

Los Tanques Cilíndricos Horizontales, generalmente son de volúmenes relativamente bajos, debido a que presentan problemas por fallas de corte y flexión.

Por lo general, se usan para almacenar volúmenes pequeños. Los Tanques Cilíndricos Verticales de fondo plano permiten almacenar grandes cantidades volumétricas con un costo bajo (Rodríguez, 1980).

Estos tipos de tanques se clasifican en:

- De techo fijo.
- De techo flotante.
- Sin techo.

El diseño y cálculo de tanques de almacenamiento a presión atmosférica, se basa en la publicación que realizan diferentes regulaciones como el Instituto Americano del Petróleo (American Petroleum Institute – API) y la Asociación Americana de Obras Hidráulicas (American Water Works Association – AWWA), dependiendo del tipo de tanque de almacenamiento requerido las principales normas utilizadas para el diseño y calculo son:

A.P.I. 12B, para los tanques atornillados de acero utilizados para el almacenamiento de petróleo y otros petroquímicos. Cubre los tanques atornillados de acero para almacenamiento bajo tierra, en capacidades

nominales de 100 a 10,000 barriles para el servicio de producción, incluyendo los requerimientos de equipamiento.

A.P.I 12D, de manera similar al A.P.I. 12B para los tanques soldados de acero para almacenamiento de petróleo. Cubre los tanques soldados de acero para almacenamiento bajo tierra, con las capacidades nominales de 500 a 10,000 barriles para el servicio de producción, incluyendo los requerimientos de equipamiento. Estos tanques son tanques de acero soldados cilíndricos verticales, instalados sobre el terreno y almacenan líquidos bajo presión atmosférica.

A.P.I. 620, rige el diseño y la construcción de grandes tanques de acero soldado, tanques de almacenamiento de baja presión operando hasta 122°C (250°F), con una presión de trabajo de más de 0.17 atm ( $2\frac{1}{2}\frac{lbf}{in^2}$ ) y menor de 1.02 atm ( $15\frac{lbf}{in^2}$ ) calibre.

A.P.I. 650, Este estándar está diseñado para proporcionar tanques de acero de seguridad adecuada y economía razonable, para su uso en el almacenamiento de petróleo crudo y otros productos del petróleo. Su intención es la de ayudar a los compradores y fabricantes para ordenar, fabricar, construir y requerimientos de prueba para tanques soldados de acero utilizados para almacenamiento verticales, cilíndricos, sobre el terreno, con o sin tapa de varios tamaños y capacidades. Este estándar aplica únicamente a aquellos tanques cuyo fondo completo se encuentre uniformemente apoyado y a tanques no refrigerados. para tanques de almacenamiento sometidos a presiones internas cercanas a  $1\frac{kg}{cm^2}$  ( $14\frac{lb}{in^2}$ ); sólo cubre aquellos tanques en los cuales se almacenan fluidos líquidos y están contruidos de acero con el fondo uniformemente soportado por una cama de arena, grava, concreto, asfalto, etc, diseñados a una temperatura de operación no mayor de 93 °C (200 °F).

AWWA DI03-09 es el estándar que rige sobre la fabricación de los tanques atornillados de acero recubiertos de polvo para el almacenamiento de agua.

AWWA D100-11 es el estándar que rige sobre los tanques de acero soldados de carbón para el almacenamiento de agua.



Todas estas normas incluyen procedimientos que cubren requerimientos de material, diseño, construcción, selección de tapa y tipo de tanque únicamente para tanques de almacenamiento a presión atmosférica (American Petroleum Institute, 1998).

Para tanques sujetos a presión se utilizan las normas ASME Codelor Pressure Vessels, mismas utilizadas para diseño de tanque de reactor y calderas en estas se incluyen requerimientos de material, diseño, construcción, selección de tapa, cálculo de espesor de pared, entre otros.

### **1.17. Bombas.**

Las bombas son máquinas en las cuales se produce una transformación de la energía mecánica en energía hidráulica (velocidad y presión) comunicada al fluido que circula por ellas. Atendiendo al principio de funcionamiento, pueden clasificarse en los siguientes grupos:

#### 1.- Bombas de desplazamiento positivo o volumétricas:

Este tipo de bombas mueven los volúmenes atrapados de fluido mecánicamente a través del sistema. En el lado de admisión (succión) el volumen se expande, mientras que en el lado de salida (descarga) el volumen se contrae. Por lo tanto, el volumen por revolución es fijo y teóricamente constante, independientemente de la presión de salida, el vacío de entrada o las propiedades del fluido. Las bombas de desplazamiento positivo también son autocebantes, creando fuertes vacíos en la entrada.

Las bombas de desplazamiento positivo se pueden dividir en dos subcategorías que tienen características y aplicaciones muy diferentes.

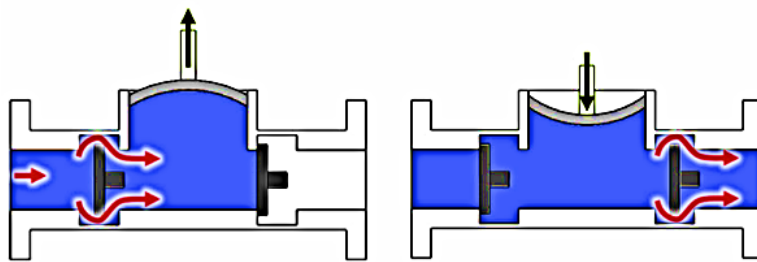
#### Alternativas

##### Rotativa

Las bombas alternativas de desplazamiento positivo funcionan mediante el movimiento lineal repetido de un mecanismo (un recorrido), y el tamaño de una bomba se especifica como el volumen por recorrido. El perfil de flujo es pulsado debido a la descarga de una vez por revolución de una bomba alternativa. Si se aplica incorrectamente, el flujo pulsado puede causar vibraciones excesivas o daños en el sistema hidráulico, a veces

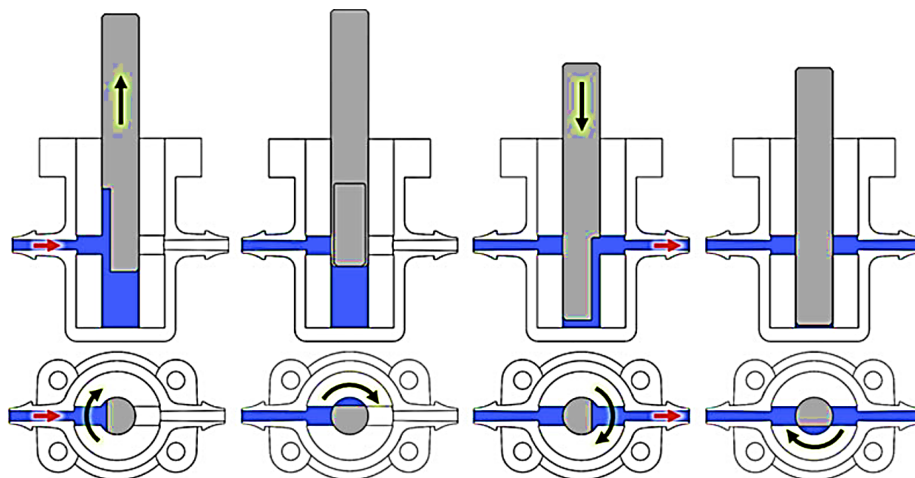
denominados «golpes de ariete». El flujo pulsado también causa tasas de flujo máximo más altas que la tasa de flujo promedio, lo que requiere un diseño cuidadoso del circuito hidráulico. Las bombas alternativas son ideales para la medición y dosificación precisa y repetible de fluidos. Los tipos más comunes de bombas alternativas son:

-Bomba de diafragma



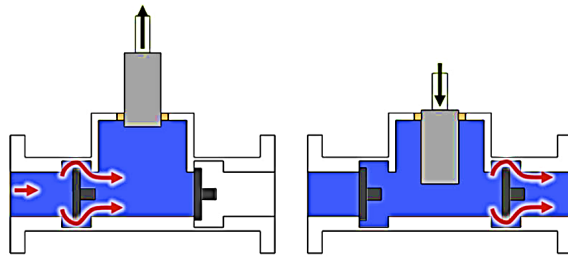
**Figura 1.3. Una bomba de diafragma utiliza una membrana flexible que se flexiona hacia dentro y hacia fuera. Recuperado de <https://www.dienerprecisionpumps.com>**

-Bomba de pistón



**Figura 1.4. Una bomba de pistón sin válvula, El pistón tiene un plano en el extremo que abre/cierra los puertos de entrada y salida de manera sincronizada con el movimiento del pistón. Recuperado de <https://www.dienerprecisionpumps.com>**

-Bomba de émbolo



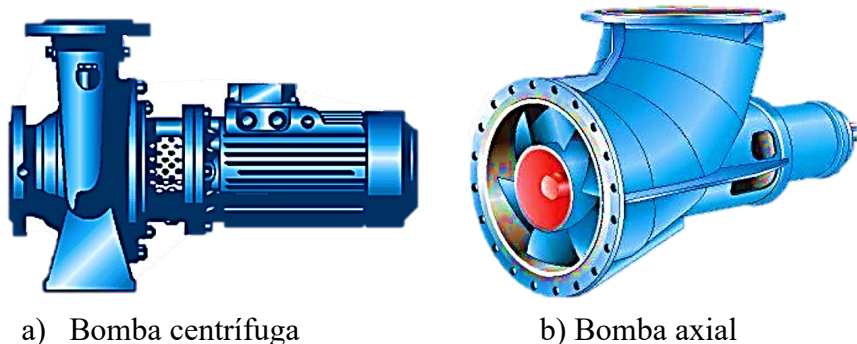
**Figura 1.5. Una bomba de embolo, similar a bomba de pistón con válvula, la diferencia es que el émbolo se mueve a través de un sello hacia el volumen de la bomba. Recuperado de <https://www.dienerprecisionpumps.com>**

Las bombas rotativas de desplazamiento positivo utilizan una serie de volúmenes rotativos para transferir fluidos en lugar del movimiento lineal de las bombas alternativas. Los elementos giratorios sellan contra la carcasa de la bomba o contra otros elementos giratorios. Normalmente, hay múltiples volúmenes por revolución, La velocidad de giro es del orden de las 500 r.p.m., proporcionando al líquido presiones medias; hasta de 100 bar. Pueden bombear líquidos que no contengan sólidos abrasivos, aunque están especialmente indicadas para manejar líquidos algo viscosos, con propiedades lubricantes (aceites ligeros, etc.), lo que conduce a un flujo mucho más suave que el de las bombas alternativas. Sin embargo, los volúmenes no suelen ser tan precisos como las bombas de pistón, lo que las hace menos adecuadas para aplicaciones de medición o dispensación (I. Martín, 2011). Los tipos más comunes de bombas rotativas de desplazamiento positivo son:

- Bombas de engranaje externo
- Bombas de engranaje interno
- Bombas de paletas
- Bombas peristálticas
- Bombas de lóbulos

## 2.-Turbobombas:

La turbobomba es una máquina hidráulica que cede energía al fluido mediante la variación del momento cinético producido en el impulsor o rodete que gira a gran velocidad, convirtiéndose esta energía en energía de presión en la bomba. La característica principal de estas bombas es que el caudal que proporcionan, además de depender del diseño de la propia bomba, viene condicionado por las características de la instalación en que se encuentren. En las bombas centrífugas, el líquido es introducido por el centro del rodete, y este se desplaza dentro del mismo en dirección radial al eje de giro del rodete (figura 1.6). En las bombas axiales o de hélice, el flujo del fluido es (como su nombre indica) axial al eje de giro del rodete (figura 1.6), mientras que, en las helicocentrífugas, son centrífugas que en vez de tener un rodete circular tiene una forma tal que el líquido en su interior en vez de girar completamente radial al eje de giro del rodete, lo hace de forma oblicua; este tipo de bombas son las que más se utilizan en la industria.

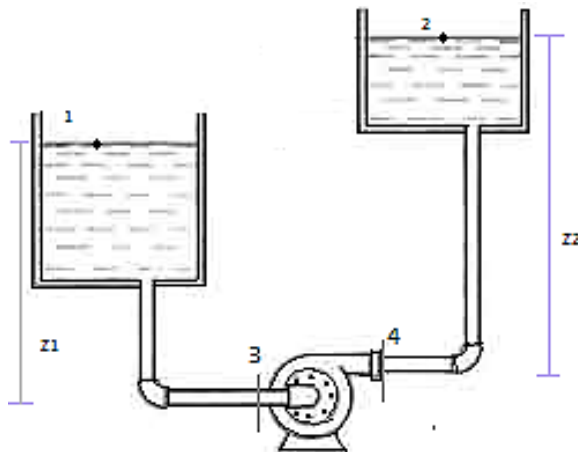


**Figura. 1.6 a) Bomba centrífuga, b) Bomba axial. Recuperado de (I. Martín, 2011).**

El principio de funcionamiento de las turbobombas es el mismo para los tres tipos, están formadas por un disco rotatorio denominado rodete, provisto de unas nervaduras o álabes dispuestos, que gira a gran velocidad dentro de una carcasa metálica (1500-3500 r.p.m.); este puede ser de hierro, bronce, acero de diversos tipos, aleaciones de níquel e incluso existen también de metal revestido de vidrio, de cerámica, de carbón o de fibras sintéticas, según las necesidades del fluido a impulsar.

Este tipo de bombas pueden manejar líquidos que contengan elevadas proporciones de sólidos suspendidos, a diferencia de las bombas de desplazamiento positivo, pueden trabajar a válvula cerrada a la salida sin que sufran daño, proporcionando en vez de caudal, presión a la salida de la bomba. A su vez, necesitan de la instalación de válvulas de retención en la línea de aspiración, de lo contrario el líquido podría retornar al depósito de succión en caso de detener la bomba, los líquidos muy viscosos no pueden manejarse con buen rendimiento; en estos casos son preferibles las bombas de desplazamiento positivo, además de que solamente pueden operar con elevado rendimiento en un intervalo limitado de condiciones (caudal-presión).

Para seleccionar una bomba primero es necesario realizar un esquema del arreglo de la bomba, la colocación de la bomba en un sistema de impulsión de líquidos habrá de hacerse en un punto tal que la presión a su entrada sea superior a la presión de vapor, ya que, si no, la bomba generara un vacío, el líquido alcanzará su presión de vapor y este generará burbujeo causando daños a la bomba además de disminución de flujo y presión.



**Figura. 1.7 Cargas en un sistema hidráulico.**

El principal parámetro para saber a qué altura colocar la bomba, se denomina carga neta de aspiración o NPSH (del inglés "net positive suction head") a la carga de aspiración total, determinada en la succión de la bomba, menos la presión de vapor del líquido a la temperatura que circula,

este NPSH debe ser positivo para saber la capacidad de la bomba, ambas expresadas en metros, este NPSH disponible se calcula a la entrada de la bomba y no en el punto físico donde la bomba impulsa al fluido. Dado que el fluido por el interior de la bomba puede pasar por estrechamientos y accesorios que produzcan más pérdidas de carga antes de llegar a las partes móviles que comunican la energía, los fabricantes de las bombas proporcionan "NPSH requerido", característica de esta y en función del diseño de la bomba. El "NPSH requerido" es el valor en que la presión absoluta, en el punto de succión de la bomba, debe exceder a la presión de vapor del líquido (I. Martín, 2011).

El teorema de Bernoulli es una forma de expresión de la aplicación de la ley de la conservación de la energía al flujo de fluidos en una tubería. La energía total (H) en un punto cualquiera por encima de un plano horizontal arbitrario fijado como referencia, es igual a la suma de la altura geométrica (Z), la altura debida a la presión ( $\frac{P}{\rho g}$ ) y la altura debida a la velocidad ( $\frac{v^2}{2g}$ ), es decir (Crane, 2011):

$$Z + \frac{P}{\rho g} + \frac{v^2}{2g} = H$$

Si las pérdidas por rozamiento se desprecian y no se aporta o se toma ninguna energía del sistema de tuberías (bombas o turbinas), la altura total H en la ecuación anterior permanecerá constante para cualquier punto del fluido. Sin embargo, en la realidad existen pérdidas o incrementos de energía ( $h_L$ ) expresada en metros de fluido que deben incluirse en la ecuación de Bernoulli. Por lo tanto, el balance de energía puede escribirse para dos puntos del fluido:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho_1 g} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho_2 g} + \frac{v_2^2}{2g} + h_L$$

Una manera de calcular las pérdidas de energía es a partir de la fórmula de Darcy

$$h_L = \frac{fL v^2}{D 2g}$$

La ecuación de Darcy es válida tanto para flujo laminar como turbulento de cualquier líquido en una tubería esta relaciona los términos factor de fricción ( $f$ ), longitud de tubería ( $L$ ), velocidad ( $v$ ), diámetro ( $D$ ) y gravedad ( $g$ ).

Aunque no es el único método para calcular las pérdidas de energía, resulta muy eficiente y puede calcularse rápidamente el único factor limitante es calcular el factor de fricción, que se obtiene de manera experimental, pero existen muchos estudios de los cuales se pueden extraer los factores de fricción ya calculados; la información más útil y universalmente aceptada sobre factores de fricción que se utiliza en la fórmula de Darcy, la presentó (Moody, 1944).

Una vez determinado el punto de instalación, para calcular la potencia que debe comunicarse al fluido, se aplica un balance de energía mecánica entre los puntos 1 y 2 **Figura.1.7**

Sin embargo, la potencia real que consume la bomba será mayor porque al comunicar esta energía al fluido en las partes móviles de la bomba se pierde energía; también hay una pérdida al comunicar el motor eléctrico energía a las partes móviles y asimismo el motor no aprovecha toda la energía que consume de la red. De aquí que el consumo real de energía es bastante superior al que se ha deducido de la ecuación anterior (al que se denomina "teórico"). Para calcular la potencia real que se va a consumir es necesario conocer el rendimiento total de la bomba y el del motor eléctrico que la impulsa, de forma que se hacen las siguientes definiciones:

**Tabla 1.2 rendimientos de una bomba.**

Definición	símbolo	Relación
<i>Rendimiento hidráulico</i>	$\eta_h$	$= \frac{\text{energía que capta el fluido}}{\text{energía aplicada por las partes móviles al fluido}}$
<i>Rendimiento mecánico</i>	$\eta_{mec}$	$= \frac{\text{energía aplicada por las partes móviles al fluido}}{\text{energía que se aplica a la bomba}}$
<i>Rendimiento de la bomba</i>	$\eta_{bom}$	$= \frac{\text{energía que capta el fluido}}{\text{energía que se aplica a la bomba}}$
<i>Rendimiento motor</i>	$\eta_{elect}$	$= \frac{\text{energía que se aplica a la bomba}}{\text{energía que consume el motor}}$
<i>Rendimiento total</i>	$\eta_t$	$= \frac{\text{energía que capta el fluido}}{\text{energía que consume el motor}}$

En ocasiones, los fabricantes proporcionan los rendimientos totales de las bombas, que es el que interesa para el cálculo de la potencia real de la bomba:

$$Pot_{real} = \frac{Pot_{teórico}}{\eta_t} = \frac{W \dot{m}}{\eta_t}$$

Sin embargo, es frecuente que el fabricante de bombas proporcione únicamente el rendimiento de la bomba, ya que no suministra la misma con un motor dado, y se les puede acoplar distintos motores. Lo que no es frecuente es que el fabricante proporcione separadamente el rendimiento mecánico y el rendimiento hidráulico.



**Tabla.1.3 Selección de una bomba, pasos a seguir para la selección de una bomba.**

<b>Selección de una bomba</b>	1. Se hace un esquema del arreglo que se desea
	2. Se determina la capacidad de la bomba
	3. Se calcula la carga total
	4. Se estudian las propiedades del fluido a manejar
	5. Se selecciona con cuidado la clase y tipo de bomba que se requiere.

#### **1.18. Instrumentación.**

La medición y el control de procesos son fundamentales para generar los mejores resultados posibles en lo que corresponde a la utilización de recursos, máquinas, performance, rentabilidad, protección medioambiental y seguridad, en una unidad productiva.

La instrumentación se refiere al grupo de equipamientos y dispositivos que sirven para medir, convertir y registrar variables de un proceso para, luego, transmitirlos, evaluarlos y controlarlos.

En los inicios de la era industrial, la operatoria de los procesos se llevaba a cabo con un control manual de características físicas como tensión, presión, fuerza, temperatura, flujo, nivel, velocidad, humedad y punto de rocío o características químicas como pH y conductividad eléctrica utilizando sólo instrumentos simples, manómetros, termómetros, válvulas manuales, etc., el control que era suficiente por la relativa simplicidad de los procesos. Sin embargo, la gradual complejidad con que éstos se han ido desarrollando ha exigido su automatización progresiva por medio de los instrumentos de medición y control; estos instrumentos han ido liberando al personal de campo de su función de actuación física directa en la planta y,

al mismo tiempo, le han permitido una labor única de supervisión y de vigilancia del proceso desde centros de control situados en el propio proceso o bien en salas aisladas separadas; asimismo, gracias a los instrumentos, ha sido posible fabricar productos complejos en condiciones estables de calidad y de características, condiciones que al operario le serían imposibles o muy difíciles de conseguir, realizando exclusivamente un control manual (Creus, 2010).

Un sistema típico para el control de procesos consta de un controlador, un proceso que contiene al menos una variable para controlar (la variable controlada), un elemento de control final (actuador) que manipula una variable del proceso para ajustar la variable controlada y al menos un sensor que produce una señal neumática o electrónica proporcional a la variable controlada, aunque en el muchas veces la señal que produce el sensor, debe ser transformada a una que el controlador pueda interpretar, con la utilización de un transductor, o debe ser amplificada para que llegue al centro de control con un amplificador, pero estos pasos pueden ser opcionales, dependiendo del proceso a controlar y las distancias entre sensor, controlador y elemento final de control.

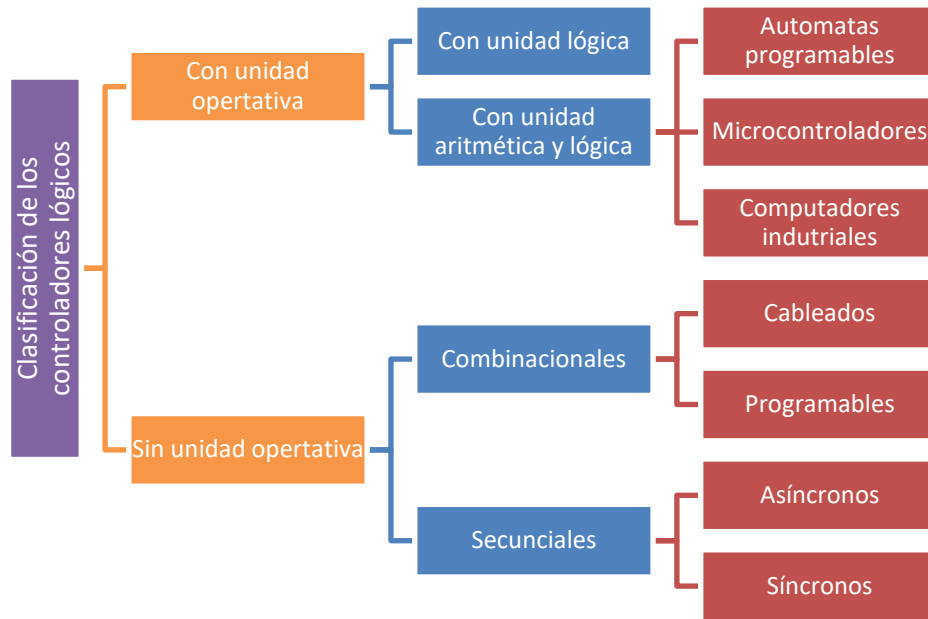
Los controladores captan la señal del sensor y compara su valor con uno de referencia, y lo ajusta a este con un sistema binario en el que un valor es verdadero o es falso, todo o nada; en la electrónica se especifica como un estado encendido o un estado apagado, o bien, ¿el valor captado por el sensor es el mismo que el de referencia o es diferente?; de ser el mismo, continuar con los parámetros sin modificación; caso contrario modificarlo con el elemento final de control, los sistemas electrónicos que reciben variables binarias en sus entradas y generan a partir de ellas otras variables binarias reciben el nombre de controladores lógicos

De acuerdo con la forma en que se utilizan las variables de salida se tiene:

- Si las variables de salida del producto o proceso industrial, y en su caso del controlador lógico, simplemente se visualizan para dar información a un operador humano recibe el nombre de sistema de control en bucle abierto.

- Si las variables de salida del producto o proceso industrial actúan sobre el controlador para influir en la señal de control generadas por él recibe el nombre de sistema de control en bucle cerrado (E. M. Pérez, 2009)

Para la automatización de un proceso industrial se prefiere utilizar sistemas de bucle cerrado, para disminuir el factor humano del proceso; para una buena selección de un controlador, se toma en cuenta los cambios a lo largo de la vida útil del producto (modularidad) pues puede que en un mismo sistema se elaboren diferentes productos cambiando solo los parámetros del proceso, aunque si solo se efectuara un solo producto, la modularidad se desprecia para disminuir el costo del controlador, además un controlador para el uso industrial debe tener parámetros de seguridad que prevengan las fallas del sistema, como el caso de una sobre carga de energía o corto circuito, los controladores deben contar con protocolos de seguridad en caso de falla, para proteger las máquinas y a los usuarios por ejemplo cerrar válvula, cortar corriente a motores, etc., en algunos procesos la seguridad es de suma importancia, porque no es posible estar un tiempo prolongado sin operar, a fin de no causar accidentes, el controlador deberá ser capaz de soportar todo tipo de fallas que puedan causar daños a terceros, poniendo en prioridad el recurso humano para salvaguardarlo. los controladores lógicos se clasifican principalmente si cuentan o no con una unidad operativa, a continuación, se muestra la clasificación general de los controladores lógicos:



**Figura. 1.8** clasificación de los controladores lógicos

Los controladores lógicos se caracterizan porque su comportamiento depende de los elementos que los forman y de las interconexiones entre ellos, se realizan con puertas lógicas interconectadas y, el fin de estos es controlar el estado de la variable, anteriormente era necesario modificar el circuito.

Un controlador se basa en una serie de pasos lógicos que permiten realizar acciones con base en información, esta puede ser mediante un programa de computadora interactuando directa o indirectamente con un sistema operativo; hoy en día en el ámbito industrial compiten 2 tipos de controladores, los controladores lógicos programables (PLC). Como en el caso típico de controlar la variable “temperatura” en un reactor químico, este es un proceso muy común en la industria y la manera de hacerlo es seleccionando un sensor que mida la temperatura; se encuentran disponibles en el mercado termómetros, termo bulbos, termopares, entre otros; ofreciendo rangos de temperatura de operación, durabilidad, resistencia a fluidos y otras características que son necesarias para la correcta elección del sensor; supongamos que tenemos una reacción a 70°C y debemos mantener la temperatura durante una hora con 1°C de error permitido: existen muchas maneras de controlar una variable, dependerá del costo beneficio, se define primero que tipo de sensor utilizar

y como se puede alterar el valor de la variable, pues en el caso de un reactor químico se puede calentar una sustancia con un serpentín, con vapor, con un intercambiador de calor, etc., dependiendo de estos dos parámetros se selecciona el controlador.

En general el tipo de control de variables se divide en dos grandes rubros, el control de variables por retroalimentación y el control de variables por adelanto, y su diferencia radica que en el control por retroalimentación la variable es medida y después se toma una acción, por ejemplo para el control de temperatura, el termopar recibe la señal e indica a cuantos grados esta lo medido y posteriormente abre una válvula para que aumente el flujo de vapor o de agua de enfriamiento, según el parámetro a medir; la ventaja de este tipo de control radica en el número de instrumentos necesarios para llevarla a cabo, ya que este suele utilizar menos sensores y por ende baja el costo de la instrumentación, por otra parte el control por adelanto a partir de ecuaciones y/o modelos matemáticos predice el resultado de una variable y modifica los parámetros para que antes de que se refleje un cambio en la variable, este tome acción necesaria para corregir o mantener un valor, tomando el mismo ejemplo de control de temperatura, en este caso se necesitan más instrumentos de medición como lo son flujómetros que medirán el agua de enfriamiento o el vapor, y según ecuaciones de transferencia de calor tomando en cuenta los parámetros ambientales, este actuará para aumentar o disminuir antes de que se vea un cambio significativo en la variable, en general estos son más especializados y requieren de la comprensión de ecuaciones específicas para cada situación de control, convirtiendo este tipo de control más costoso pero que a su vez tendrán mayor eficacia, y gracias a esta característica el control por adelanto se ocupa en procesos donde las variables tengan pocos grados de libertad, desde  $\pm 1$  una unidad de control como máximo.

Así que, la medición y el control de las variables de un proceso son parte fundamental para que este se lleve a cabo de la manera mejor optimizada y con altos parámetros de calidad, es por esto que en los procesos

industriales se enfoca gran parte del tiempo y dinero en mantener los instrumentos de medición lo más ajustado posible al valor verdadero, anteriormente la instrumentación se basaba en artefactos que funcionaban de tal manera que se necesitaba al operador monitoreando y apuntando valores manualmente y visualmente, pero con la llegada de la electrónica, estos instrumentos han cambiado a tal grado de que un solo operador pueda monitorear los parámetros de un gran proceso inclusive sin necesidad de estar junto a este como se hacía anteriormente.

Esto es gracias a procesadores que sintetizan la información recibida por los instrumentos de medición y la registran en dispositivos de almacenamiento; existen computadoras sofisticadas que a través de un diagrama eléctrico pueden controlar los parámetros que se deseen, como lo son los dispositivos PLC, estos constan de un circuito sofisticado en el cual el centro del cerebro de estas máquinas son los procesadores y las manos por así decirlo son los sensores y contactores, usualmente son vendidas a altos precios dependiendo de la capacidad de instrumentos, la complejidad de la medición o la seguridad que estos brindan, pero siguiendo esta analogía, se puede controlar un proceso con sensores, un procesador y algunos circuitos necesarios para que funcionen en conjunto como resistencias, transistores, relevadores, entre otros.

En el libro (Valdés, 2007) se presentan microcontroladores PIC (Programmable Interrupt Controller) que funcionan como los procesadores de un dispositivo PLC pero con protocolos de comunicación con una complejidad menor y con limitaciones de programación, así que en primera instancia la selección de un dispositivo PLC es recomendable para el control de un proceso, pero nuevamente con el paso del tiempo la arquitectura de estos microcontroladores han dado de que hablar, no solo por la nueva arquitectura que presentan los microcontroladores nuevos como los ATmega2560-16AU, sino por el nuevo entorno de desarrollo integrado (por sus siglas en inglés IDE) que es Arduino, esta IDE fue pensada para un ambiente de aprendizaje para controlar procesos relativamente sencillos porque la arquitectura de las placas “Arduino” que en realidad son un modelo de circuitos integrados que centran al microcontrolador como el cerebro principal, no los hacía aptos para ambientes industriales, por cuestiones de seguridad, aunque esta IDE como se programa en lenguaje C++ y existe una gran comunidad que la actualiza brindando librerías al alcance de todos brinda las ventajas en

cuestión de software pero en cuestión de hardware se queda atrás con su competencia el dispositivo PLC que su programación principal es con diagramas eléctricos, así que para poder programarlo es necesario aprenderlo, en cambio la IDE de Arduino es y su herramienta de compilación transforma las líneas de programación en el lenguaje C y los traduce en diagramas eléctricos que el microcontrolador pueda entender, y como es más popular en las casas de estudio la enseñanza de lenguaje C, porque se puede aplicar a un sinnúmero de cosas más, es conveniente para alguien que quiere controlar un proceso pero que no tiene conocimientos de lenguaje Ladder (en el que se programan los dispositivos PLC), utilizar la IDE de Arduino es mejor opción, pero la cuestión es ¿se puede utilizar la IDE de Arduino para programar un dispositivo PLC? A primera instancia la respuesta es no, ya que la IDE de Arduino se basa en la arquitectura de los microcontroladores y no de los procesadores, pero ¿Qué pasaría si un dispositivo PLC en vez de utilizar un procesador, utiliza un microcontrolador?, este es el punto clave para solucionar la instrumentación para este proceso porque como se menciona anteriormente se puede controlar un proceso con la **placa** hecha por Arduino, aunque sacrificando la seguridad, pero es posible diseñar una placa con parámetros de seguridad que funcione utilizando el microcontrolador que integra Arduino, programándolo con la IDE que este presenta y cambiándolo a una placa con arquitectura similar pero con componentes de mayor robustez que estén a la vanguardia de la demanda industrial, como se realiza en el trabajo (Vince, 2020).

Gracias a este nuevo paradigma, muchas industrias que están en proceso de automatización optan por este tipo de placas, ya que son más económicas que un dispositivo PLC y tienen casi la misma funcionalidad ya que los sensores, los dispositivos conectados a la realidad del proceso, normalmente son los mismo que le conectarías a un PLC convencional y cualquiera con un poco de conocimiento de electricidad y programación puede automatizar el proceso.

### **1.19. Hipótesis**

Es el desarrollo de un proceso de síntesis de cortina sintética, utilizando la norma de diseño de equipos ASME sección 7, implementando un loop de control en el entorno de programación de arduino para ofrecer un cortina de calidad que satisfaga las necesidades de los consumidores.

### **1.20. Objetivo general**

Diseñar equipos primarios y secundarios que sean necesarios para la elaboración de cortina sintética controlando la temperatura de operación.

#### **1.20.1. Objetivos específicos**

Diseñar reactores R-120 y R-130 para satisfacer 2 000 gal de producción siguiendo la Norma ASME sección VIII para tanques sujetos a presión. Proponer materiales, medidas nominales y especificaciones geométricas del cuerpo del reactor, tapas, baffles y la chaqueta para la estimación del costo de su construcción.

Diseñar Diagrama de tuberías e instrumentación siguiendo la norma ISA y utilizando el programa AutoCAD.

Proveer una integración cohesiva de la simbología gráfica y los diagramas de flujo de uso común en la industria.

Utilizar el entorno de desarrollo integrado de Arduino en el controlador lógico programable basado en el microcontrolador atmega2560, para la automatización del proceso.

Diseñar el esquemático electrónico e instrumentación que satisfagan la necesidad de control del proceso.



**CAPÍTULO 2**  
**DESCRIPCIÓN**  
**DEL PROCESO**

---

---

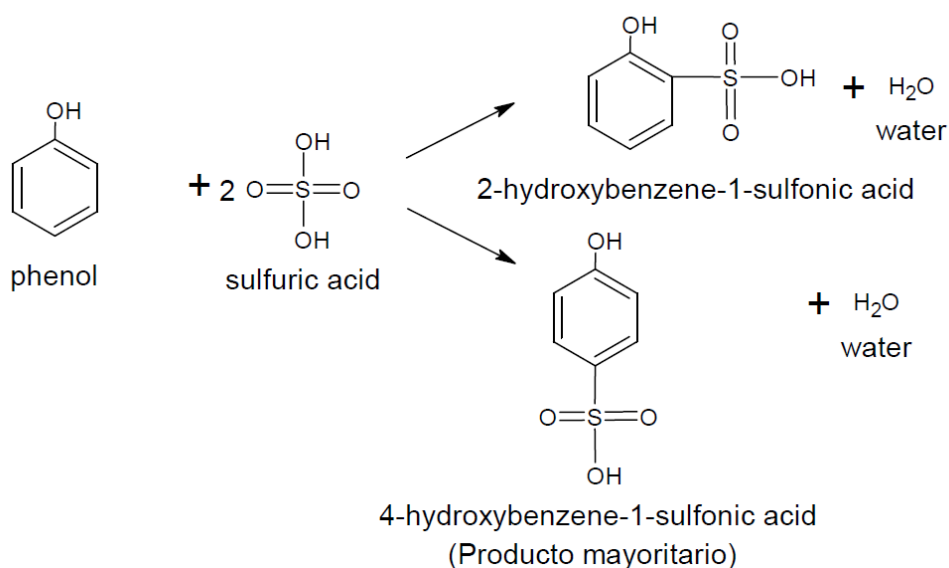
## **CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO**

### **2.1 Presentación**

El proceso con el que se trabajara el diseño de la planta puede ser dividida en dos partes, 1) la obtención del producto sulfonado, etapa en la cual se deben ocupar materiales con resistencia química y térmica para el diseño de los equipos, y en lo que a control se refiere, en esta etapa se enfoca en el control de la temperatura; 2) la obtención del curtiente líquido, que al igual que en la primera etapa la selección de los materiales deben tener resistencia química, térmica y agregando al diseño de esta etapa la capacidad para soportar la presión ejercida por la bomba por lo que deben ser equipos sujetos a presión, ahora bien en el control de esta etapa, además del control de temperatura es necesario mantener parámetros de potencial de hidrogeno (pH). A continuación, se describe la metodología para la obtención del curtiente sintético

#### **I). Obtención del producto sulfonado**

- 1.- Cargar el fenol al reactor R-120 y calentar a una temperatura de 50 - 60°C
- 2.- Adicionar el ácido sulfúrico, controlando la temperatura utilizando un termopar tipo k durante la adición en 105°C
- 3.- Terminada la adición del ácido sulfúrico, continuar controlando la temperatura en 105°C durante 1 h. Transcurrido ese tiempo, analizar solubilidad del producto en agua y acidez libre.
4. Enfriar a 80°C y adicionar el agua, evitar que la temperatura salga del rango 80 – 85°C durante la adición.
- 5.- Enfriar hasta una temperatura de 60°C y descargar el producto sulfonado a tambores.



**Figura. 2.1** Mecanismo de reacción para obtener producto sulfonado. La secuencia de las reacciones dadas son propuestas de la siguiente manera. Los fenoles experimentan las reacciones típicas de los compuestos aromáticos, como nitración, halogenación, sulfonación, alquilación y acilación de Friedel y Crafts (la acilación compite con la esterificación por eso el rendimiento es bajo). Hay que tener en cuenta que el OH del fenol es un activante y orientador *orto-para*. Siendo la posición *para*, el producto mayoritario (80.1%)

**Tabla. 2.1** Especificaciones del producto sulfonado

<b>Apariencia:</b>	Líquido café rojizo, transparente y viscoso
<b>Densidad:</b>	1.385 g/mL
<b>Acidez libre:</b>	250 – 290
<b>pH (1% agua):</b>	1.1 – 1.7
<b>Solubilidad (3% agua):</b>	Líquido transparente, color ámbar
<b>Humedad:</b>	18 – 22%
<b>Uso:</b>	Materia prima para la fabricación del curtiente sintético

**II). Obtención de curtiente líquido**

1. Cargar a temperatura ambiente el producto sulfonado líquido al reactor R-130 mediante una bomba centrífuga.
2. Adicionar la solución de urea (52%), controlando la temperatura durante la adición en 60°C máximo utilizando bomba centrífuga de descarga.
3. Adicionar formaldehído mediante una bomba centrífuga de descarga a una temperatura máxima de 80°C, si es necesario poner sistema en condiciones de reflujo.
4. Enfriar a 70°C, adicionar lentamente y con agua de enfriamiento a la chaqueta del reactor, el hidróxido de amonio, hasta un pH entre 6.5 – 6.8
5. Estando en el rango de pH, enfriar a una temperatura de 40 – 45°C utilizando agua de enfriamiento a la chaqueta del reactor, adicionar la solución de bisulfito de sodio (40%), agitar durante ½ h
6. Adicionar el ácido acetofosfónico y homogenizar la mezcla durante 15min
7. Ajustar el pH del producto a 4.0 – 4.6 (3% agua) con la adición de ácido acético.
8. Adicionar la solución de hidroquinona (33%).
9. Enviar muestra al LCC (Laboratorio de Control de Calidad para analizar el % de sólidos (44 – 46%), ajustar con la adición de agua.
10. Con él % de sólidos y el pH dentro de especificaciones, descargar el producto a tambores de plástico, identificarlo y enviarlo al área de cuarentena para su liberación por control de calidad.

**Tabla. 2.2** Especificaciones del producto terminado

<b>Apariencia:</b>	Líquido transparente de color amarillo a ligeramente café
<b>Densidad:</b>	1.190 – 1.230 g/mL
<b>Humedad (K.F.):</b>	53 – 57%
<b>pH (3% agua):</b>	4.0 – 4.6
<b>Solidos:</b>	44 – 46%
<b>Humedad:</b>	18 – 22%
<b>Hierro:</b>	100 ppm (máx)
<b>Uso:</b>	Curtiente fenólico

# **CAPÍTULO 3**

# **DESARROLLO**

---

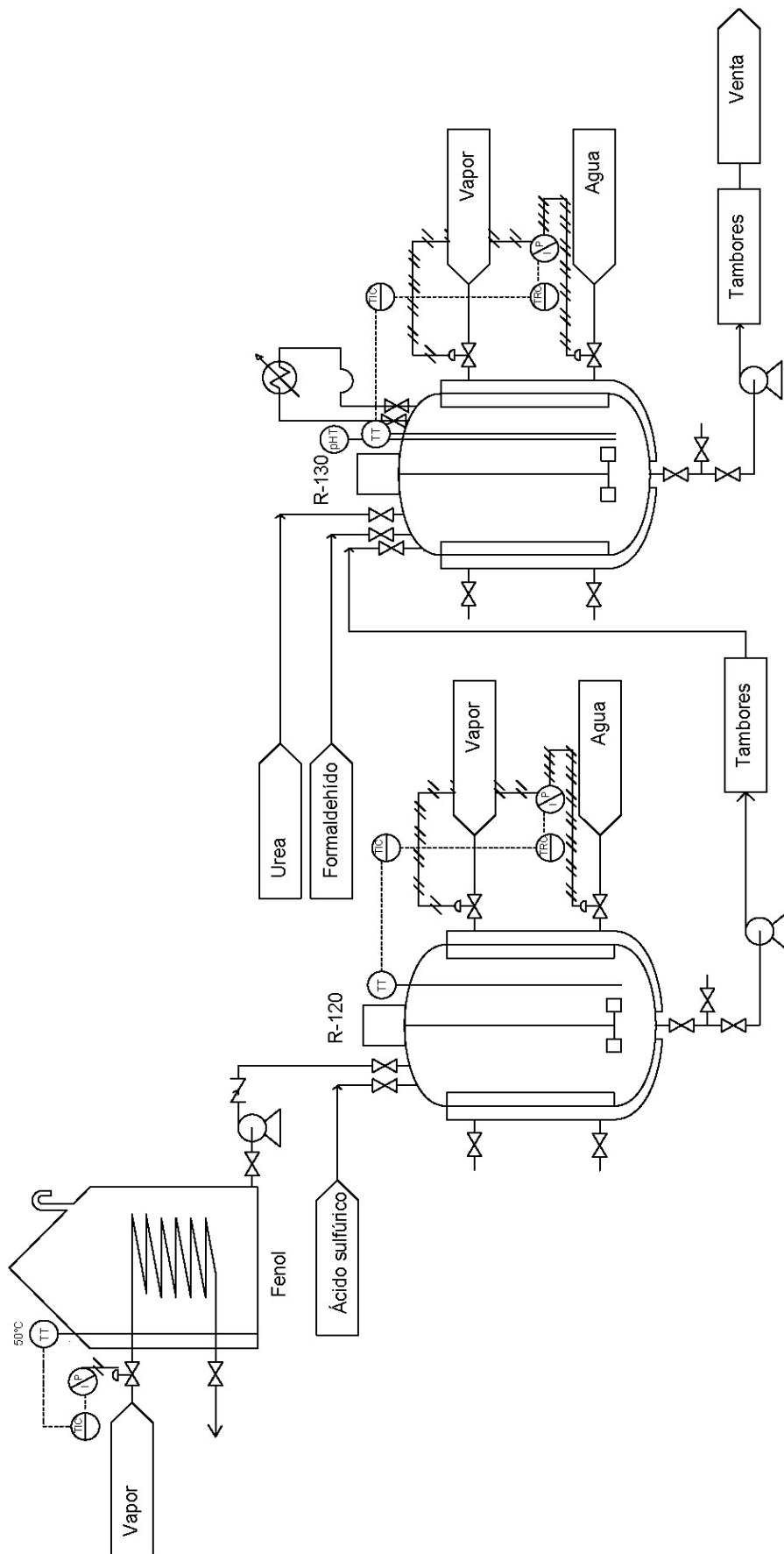
---

### **CAPÍTULO 3. DESARROLLO**

Para llevar a cabo la venta de un producto, como se menciona en el capítulo 1, es de suma importancia utilizar la ingeniería de proyectos para pasar de la ingeniería elemental a ingeniería de desarrollo, en este capítulo se llevara acabo el diseño del proceso, diagrama de tuberías e instrumentación, costos de producción contactando y obteniendo datos de proveedores reales, el diseño de los equipos, reactor R-120 y R-130, utilizando la norma ASME sección VIII para tanques sujetos a presión, y el diseño de instrumentación con el controlador lógico programable basado en el microcontrolador atmega2560, utilizando el entorno de desarrollo integrado IDE de Arduino para la especificación del código del loop de control tomando en cuenta las especificaciones y requerimientos del proceso de desarrollo del curtiente sintético.

#### **3.1 DIAGRAMA DE TUBERÍAS E INSTRUMENTACIÓN**

El diagrama de tuberías e instrumentación muestra el flujo del proceso en las tuberías, así como los equipos instalados y el instrumental, los símbolos utilizados en este diagrama provienen de la norma ISA tanto la sección 5 y la sección 51 tomando en cuenta el proceso especificado en el capitulo anterior, y el loop de control sencillo por retroalimentación, en este diagrama no se especifican variables de procesos, parámetros geométricos, ni especificaciones a detalle de los instrumentos de medición, es la parte preliminar para comenzar a diseñar posteriormente.



**Figura. 3.1** Diagrama de tuberías e instrumentación del proceso  
*Fernando Carrillo Ortega*

### 3.2 ORIGEN, TRASLADO Y COSTO DE LA MATERIA PRIMA

Lo siguiente es realizar un costo preliminar por unidad de las materias primas, consultando diferentes proveedores, tomando en cuenta el costo en dólares, el transporte y si estos proveedores cuentan con la pureza y calidad deseada. Los proveedores pueden ser consultados directamente con las empresas, en el caso de no contar con un directorio, el uso del internet facilita mucho el proceso, ya que los proveedores cuentan con sitios web con los cuales se puede contactar, no obstante; algunos proveedores no cuentan con este servicio, pero existen portales como Quiminet.com y alibaba.com, estos portales son especializados para el mundo de las finanzas y en estos se enlaza con miles de proveedores.

Precio dólar consultado el 18-08-2020: TC. 22.18 \$

USD

- 1) **Materia prima:** Fenol.

**Fórmula:** C<sub>6</sub> H<sub>6</sub>O.

**Origen:** ver anexo 1.

**Traslado:** Llega a Morelos por medio de transporte terrestre.

**Tiempo aproximado del traslado:** 2 a 3 días hábiles.

**Costo:**  $1198 \frac{USD}{200 \text{ kg}} \therefore 5.99 \frac{USD}{\text{kg}}$

**Densidad:**  $1070 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

- 2) **Materia prima:** Ácido Sulfúrico.

**Fórmula:** H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

**Origen:** ver anexo 1.

**Traslado:** Llega a CDMX por medio de transporte terrestre y de ahí se desplaza en camión a Morelos.

**Tiempo aproximado del traslado:** 10 a 20 días hábiles.

**Costo:**  $162 \frac{USD}{150 \text{ L}} \therefore 1.08 \frac{USD}{\text{L}} \therefore 0.85 \frac{USD}{\text{kg}}$

**Densidad:**  $1267 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

- 3) **Materia prima:** Urea.

**Fórmula:** CH<sub>4</sub>N<sub>2</sub>O.



**Origen:** ver anexo 1.

**Pureza:** 99%.

**Traslado:** Llega a Morelos por medio de transporte terrestre.

**Tiempo aproximado del traslado:** 2 a 6 días hábiles.

**Costo:**  $25 \frac{USD}{50 \text{ kg}} \therefore 0.50 \frac{USD}{\text{kg}}$

**Densidad:**  $740 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

4) **Materia prima:** formaldehído.

**Fórmula:**  $\text{CH}_2\text{O}$ .

**Origen:** ver anexo 1.

**Traslado:** Llega a Morelos por medio de transporte terrestre.

**Tiempo aproximado del traslado:** 1 a 2 días hábiles.

**Costo:**  $0.88 \frac{USD}{\text{kg}}$

**Densidad:**  $820 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

5) **Materia prima:** hidróxido de amonio.

**Fórmula:**  $\text{NH}_4^+\text{OH}^-$

**Origen:** ver anexo 1.

**Costo:**  $0.36 \frac{USD}{\text{kg}}$

**Densidad:**  $0.73 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

6) **Materia prima:** bisulfito de sodio

**Fórmula:**  $\text{NaHSO}_3$

**Origen:** ver anexo 1.

**Traslado:** Llega a Morelos por medio de transporte terrestre.

**Tiempo aproximado del traslado:** 1 a 2 días hábiles.

**Costo:**  $3.25 \frac{USD}{\text{kg}}$

**Densidad:**  $1480 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

7) **Materia prima:** ácido acetofosfónico

**Fórmula:**  $\text{C}_2\text{H}_8\text{O}_7\text{P}_2$

**Origen:** ver anexo 1.

**Traslado:** Llega a Morelos por medio de transporte terrestre.

**Tiempo aproximado del traslado:** 1 a 2 días hábiles.

**Costo:**  $7.5 \frac{USD}{\text{kg}}$

**Densidad:**  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

8) **Materia prima:** ácido acético**Fórmula:** CH<sub>3</sub>COOH**Origen:** ver anexo 1.**Traslado:** Llega a Morelos por medio de transporte terrestre.**Tiempo aproximado del traslado:** 1 a 2 días hábiles.**Costo:**  $0.31 \frac{USD}{kg}$ **Densidad:**  $1049 \frac{kg}{m^3}$ 9) **Materia prima:** hidroquinona**Fórmula:** C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O<sub>2</sub>**Origen:** ver anexo 1.**Traslado:** Llega a Morelos por medio de transporte terrestre.**Tiempo aproximado del traslado:** 1 a 2 días hábiles.**Costo:**  $8.5 \frac{USD}{kg}$ **Densidad:**  $1330 \frac{kg}{m^3}$ **Cálculo de costo de materia prima**

Para calcular el costo de materia prima y a su vez el precio de venta, se realiza la multiplicación del costo por kilogramo de materia prima por el factor de consumo.

**Tabla 3.1.** Costo Materia Prima para producto sulfonado

<b>Materia Prima</b>	<b>Consumo (%)</b>	<b>Precio (<math>\frac{USD}{kg}</math>)</b>	<b>Costo (<math>\frac{USD}{kg}</math>)</b>
Fenol	0.3587	5.99	2.1486
Ácido Sulfúrico	0.4413	0.85	0.3751
Agua	0.2000	0.20	0.04
Costo de producto sulfonado			2.5637

**Tabla 3.2.** Costo Materia Prima para Curtiente liquido

Materia Prima	Consumo (%)	Precio ( $\frac{USD}{kg}$ )	Costo ( $\frac{USD}{kg}$ )
Sulfonado	0.3957	2.5637	1.0144
Urea	0.0854	0.5	0.0427
Formaldehido	0.2010	0.88	0.1768
Hidróxido de amonio.	0.1466	0.36	0.0527
Bisulfito de sodio	0.0056	3.25	0.0182
Ácido acetofosfónico	0.0022	7.5	0.0165
Ácido acético	0.0272	0.31	0.0084
Hidroquinona	0.0027	8.5	0.0229
Agua	0.0443	0.2	0.0088
TOTAL			1.3614

**Tabla 3.4.** Nomenclatura de ecuaciones

Símbolo	Significado
<b>P</b>	Presión
<b>S</b>	Valor de esfuerzo del material
<b>E</b>	Eficiencia de la junta
<b>V</b>	Volumen
<b>R</b>	Radio
<b>D</b>	Diámetro
<b>t</b>	Espesor de pared
<b>C.A.</b>	Margen por corrosión
<b>A</b>	Área
<b>h</b>	altura
<b><math>\pi</math></b>	3.1416
<b>L</b>	Radio exterior de la pieza abombada
<b>h</b>	Altura
<b>A</b>	Área
<b>N</b>	Numero de placas
<b>U<sub>i</sub></b>	Coefficiente de transferencia de calor
<b>k</b>	Conductividad térmica
<b>q</b>	Flujo de calor
<b><math>\dot{Q}_u</math></b>	Potencia calorífica útil

### 3.3 DISEÑO DEL REACTOR R-120

Parámetros de diseño: se desea diseñar un reactor para trabajar un volumen de 2 000 gal, de material de acero inoxidable austenítico SA-240-304, con costuras y tapas toriesféricas; la temperatura de operación de 100°C y como el procedimiento solo se somete a presión por el lado de la chaqueta, el diseño del reactor debe ser capaz de soportar solo la presión de vapor necesaria para alcanzar la temperatura de operación. Así que se tendrá que utilizar las tablas de vapor y determinar la presión de vapor y así determinar la presión de diseño.

### MATERIAL ACERO INOXIDABLE AUSTENITICO SA-240-304

La temperatura de diseño del reactor R-120 será de 170°C ya que la temperatura máxima que se maneja es de 100°C, pero le daremos grados más para que no esté en los límites. Además, la presión de vapor a esta temperatura de diseño es de  $114.7754 \frac{lb}{pulg^2}$

Cálculo de dimensiones del tanque del reactor:

Para calcular el diámetro del tanque a partir del volumen propuesto, se utiliza la siguiente ecuación:

$$V = \frac{\pi(D)^2}{4} * h \quad ec. 1.1$$

Utilizando la relación propuesta por Treybal se despeja la altura

$$\frac{h}{D} = 1.2$$

$$h = 1.2D \quad ec. 1.5$$

sustituyendo h en la ecuación 1.1

$$V = \frac{\pi(D)^2}{4} * 1.2D$$

Resolviendo se obtiene la ecuación 1.3 que relaciona el volumen de reactor con su diámetro.

$$V = \frac{1.2}{4} \pi(D)^3$$

$$V = 0.3\pi(D)^3 \quad \text{ec. 1.3}$$

Si se despeja el diámetro, se obtiene la ecuación 1.4 que relaciona el diámetro del reactor con el volumen.

$$D = \sqrt[3]{\frac{V}{0.3\pi}} \quad \text{ec. 1.3}$$

Para calcular el diámetro de diseño es necesario conocer el volumen real del tanque, ya que el volumen de operación propuesto es de 2 000 gal = 7570.824 L, se considera un parámetro de seguridad que el reactor trabaje al 80% de su capacidad, por lo tanto

$$V_{operación} = 80\% V_{real}$$

$$V_{real} = \frac{V_{operación}}{0.80} \quad \text{ec. 1.4}$$

Sustituyendo valores en la ecuación 1.4 se obtiene el volumen real del tanque del reactor.

$$V_{real} = \frac{7570.824 \text{ L}}{0.80} = 9\,463.53 \text{ L}$$

$$V_{real} = V_{cuerpo}$$

Sustituyendo valores en la ecuación 1.3 se obtiene el diámetro

interior del reactor, como los valores de volumen están dados en litros, es necesario convertir unidades a  $m^3$  con el factor de conversión de  $1L = 0.001m^3$

$$D = \sqrt[3]{\frac{9\,463.53\,L \left(\frac{0.001\,m^3}{1L}\right)}{0.3(3.1416)}} = \sqrt[3]{10.0410\,m^3}$$

$$D = 2.1573\,m$$

Se calcula la altura con la ecuación 1.2 sustituyendo el diámetro.

$$h = 1.2(2.1573\,m)$$

$$h = 2.5888\,m$$

### **Cálculo de cuerpo cilíndrico**

Obtención de espesor de pared:

Para calcular el espesor de pared del cuerpo cilíndrico del tanque con costura se calcula con la ecuación 1.2 (Megyesy, 1992) .

$$t = \frac{PR}{SE + 0.4P} \text{ ec. 1.2}$$

Las uniones de las placas se realizarán con juntas a tope hechas por doble cordón de soldadura; los valores de eficiencia de la junta son extraídos de la tabla 1.1 por lo tanto.

$$E = 1$$

El valor de S valor del esfuerzo del material se especifican en la página 160 de Megyesy en función de la temperatura para aleaciones de acero inoxidable, para el acero SA-240-304 a  $170^{\circ}C$  el valor de S este dado.

$$S = 16600 \frac{lb}{pulg^2}$$

Al igual que el volumen, se debe tomar en cuenta la presión de diseño que es sumarle  $30 \frac{lb}{pulg^2}$  o el 10% de la presión de operación.

$$P_{real} = P_{operación} + 10\% P_{operación} \text{ ec. 1.6}$$

O

$$P_{real} = P_{operación} + 30 \frac{lb}{pulg^2} \text{ ec. 1.7}$$

En este caso particular como el 10% de la presión de operación (es decir la presión de vapor a temperatura de diseño) es menor a  $30 \frac{lb}{pulg^2}$  se utiliza la ecuación 1.7 para calcular la presión real.

$$P_{real} = 114.7754 \frac{lb}{pulg^2} + 30 \frac{lb}{pulg^2}$$

$$P_{real} = 144.7754 \frac{lb}{pulg^2}$$

El radio R es la mitad del diámetro; por lo tanto, se tienen todos los datos para calcular el espesor de pared t; sustituyendo en la ecuación 1.5

$$R = \frac{D}{2} = \frac{2.1573 \text{ m}}{2} = 1.0786 \text{ m}$$

Para que exista congruencia de unidades el radio expresado en metros debe ser cambiado a pulgadas con el factor de conversión de 1 m= 39.37 pulg

$$t = \frac{PR}{SE + 0.4P} = \frac{\left(144.7754 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2}\right) \left(1.0786 \text{ m} \left(\frac{39.37 \text{ pulg}}{1 \text{ m}}\right)\right)}{\left(16600 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2} * 1\right) + (0.4 * 144.7754 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2})}$$

$$= 0.3690 \text{ pulg}$$

Ya que este espesor de placa no se encuentra dentro de los espesores nominales de la norma ASTM A-240/240M, el espesor de placa nominal inmediato superior es de  $3/8 \text{ " } = 0.375 \text{ pulg}$ , por lo tanto, se utilizará este espesor para los cálculos.

Así que, la presión máxima de trabajo que soporta el cuerpo cilíndrico del tanque del reactor está dada por la siguiente ecuación.

$$P_{max} = \frac{SEt}{R - 0.4t} \text{ ec. 1.8}$$

Sustituyendo en la ecuación 1.8

$$P_{max} = \frac{\left(16600 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2}\right)(1)(0.375 \text{ pulg})}{(42.4680 \text{ pulg}) - 0.4(0.3755 \text{ pulg})}$$

$$P_{max} = 147.1003 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2}$$

### Cálculo de tapas:

Para determinar el espesor de lámina para una placa torisférica se ocupa la siguiente expresión (Megyesy, 1992).

$$t = \frac{0.885PL}{SE + 0.8P} \text{ ec. 1.9}$$

El parámetro L se refiere al radio exterior de la pieza abombada y se calcula con la siguiente ecuación expresada por (The American Society of Mechanical Engineers, 2013).



$$L = 0.9D \quad \text{ec. 1.10}$$

$$L = 0.9(84.9361 \text{ pulg}) = 76.4425 \text{ pulg}$$

Sustituyendo los datos en la ecuación 1.9.

$$t = \frac{0.885 \left( 147.1003 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2} \right) (76.4425 \text{ pulg})}{\left( 16600 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2} \right) (1) + 0.8 \left( 147.1003 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2} \right)} = 0.5952 \text{ pulg}$$

Ya que este espesor de placa no se encuentra dentro de los espesores nominales de la norma ASTM A-240/240M, el espesor de placa nominal inmediato superior es de  $5/8" = 0.625 \text{ pulg}$ , por lo tanto, se utilizará este espesor para los cálculos.

Así que, la presión máxima de trabajo que soporta la tapa torisférica del tanque del reactor está dada por la siguiente ecuación (Megyesy, 1992).

$$P_{maxT} = \frac{SEt}{0.885L - 0.8t} \quad \text{ec. 1.11}$$

Sustituyendo los valores

$$P_{maxT} = \frac{\left( 16600 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2} \right) (1) (0.625 \text{ pulg})}{0.885(76.4425 \text{ pulg}) - 0.8(0.625 \text{ pulg})} = 154.5011 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2}$$

### **Cálculo de volumen de tapas torisféricas:**

El volumen para tapas torisféricas está dado por la siguiente ecuación. (Treybal, 1994)

$$V_{Tapas} = 0.08089D^3 \quad \text{ec. 1.12}$$

Sustituyendo el diámetro en metros en la ecuación 1.12

$$V_{Tapas} = 0.08089(2.1573 \text{ m})^3 = 0.8122 \text{ m}^3$$

Cálculo del volumen total del tanque del reactor. tomando en cuenta que son dos tapas simétricas.

$$V_{total} = V_{cuerpo} + 2V_{Tapas} \quad ec. 1.13$$

$$V_{total} = 9.4635 \text{ m}^3 + 2 * (0.8122 \text{ m}^3) = 11.0879 \text{ m}^3$$

### Cálculo de baffles:

Para el cálculo de los baffles se siguen las recomendaciones según (Treybal, 1994).

$$\text{Ancho de baffle} = \frac{D_{reactor}}{12} \quad ec. 1.14$$

$$\text{Ancho de baffle} = \frac{84.9361 \text{ pulg}}{12} = 7.0780 \text{ pulg}$$

Para el cálculo del claro, la separación entre pared del reactor y el baffle, se siguen las recomendaciones según Treybal, 1994.

$$\text{Claro} = \frac{\text{Ancho de baffle}}{5} \quad ec. 1.15$$

$$\text{Claro} = \frac{7.7657 \text{ pulg}}{5} = 1.4156 \text{ pulg}$$

### Cálculo de agitador:

Ya que no se hará un estudio reológico para diseñar un agitador de alta eficiencia, se selecciona un agitador tipo Rushton que se ajusta a las características del proceso.

Para este tipo de agitador se calcula el diámetro a partir del diámetro interior del reactor con la siguiente expresión matemática.

$$D_{impulsor} = \frac{D_{Reactor}}{3} \quad ec. 1.16$$

$$D_{impulsor} = \frac{2.1573 \text{ m}}{3} = 0.7191 \text{ m}$$

Y el ancho que tendrá cada placa esta dado por la siguiente ecuación.

$$\text{Ancho de placa} = \frac{D_{\text{impulsor}}}{3} \quad \text{ec. 1.17}$$

$$\text{Ancho de placa} = \frac{D_{\text{impulsor}}}{3} = \frac{0.789 \text{ m}}{3} = 0.2397 \text{ m}$$

### Cálculo de áreas:

Es necesario conocer el área superficial de los elementos para así estimar el costo del material de construcción del reactor, este material es en forma de placas metálicas.

Se calcular el área del reactor a partir de las siguientes expresiones matemáticas.

Para cálculo de cuerpo cilíndrico del reactor.

$$A_{\text{CilReact}} = 2\pi r h \quad \text{ec. 1.18}$$

$$A_{\text{CilReact}} = 2(3.1416) * (1.0786 \text{ m}) * (2.5888 \text{ m})$$

$$A_{\text{CilReact}} = 17.5463 \text{ m}^2$$

Para el cálculo del área de las tapas toriesféricas se utiliza la siguiente ecuación. Magesy, 1992

$$A_{\text{tapa}} = 0.393 D^2 \quad \text{ec. 1.19}$$

$$A_{\text{tapa}} = 0.393 (2.1573 \text{ m})^2$$

$$A_{\text{tapa}} = 1.8291 \text{ m}^2$$

Para el cálculo del área de baffles en el interior del reactor (el largo de placa es igual a la altura del cilindro del reactor).

$$A_{\text{baffles}} = (\text{ancho del baffle})(\text{largo placa}) \quad \text{ec. 1.20}$$

$$A_{\text{baffles}} = (0.2397 \text{ m})(2.5888 \text{ m})$$

$$A_{\text{baffles}} = 0.6205 \text{ m}^2$$

Se calcula el área total de placas necesarias haciendo la suma del área total.

$$A_{cuerptotal} = 4 A_{bafles} + A_{CilReact}$$

$$A_{cuerptotal} = 4 (0.6205 \text{ m}^2) + 17.5463 \text{ m}^2$$

$$A_{cuerptotal} = 20.0286 \text{ m}^2$$

Ya que el espesor para la parte de las tapas toriesféricas es diferente, se calcula el área total de las tapas aparte.

$$A_{Tapas} = 2 A_{tapa}$$

$$A_{tapa} = 2 * (1.8291 \text{ m}^2) = 3.6582 \text{ m}^2$$

### Cálculo de numero de placas.

Se calcula el número total de placas necesarias dividiendo el área total entre el área de la placa especificada según la norma ASTM A-240/240M.

$$N_{placastotal} = \frac{A_{total}}{A_{placas}} \quad \text{ec. 1.21}$$

De la norma se obtienen los siguientes datos.

**Tabla 3.5.** Dimensiones de placas (extracto ASTM A-240/240M).

DIMENSIONES PLACAS ACERO INOXIDABLE SERIE 300			
Pulg	Dimensión de placa (m)	Peso por pieza	Peso aproximado por m <sup>2</sup>
5/16	1.22 x 2.44	194 kg	65.1 kg
1/2	1.52 x 2.44	388 kg	104.6 kg
3/8	1.22 x 2.44	233 kg	78.3 kg
5/8	1.52 x 2.44	486 kg	131 kg
DIMENSIONES PLACAS ACERO AL CARBON SERIE 200			
1/2	1.52 x 2.44	300 kg	100.75 kg

Se calcula el número de placas totales para los diferentes espesores sustituyendo valores en la ecuación 2.21

$$N_{placastotal} = \frac{20.0286 \text{ m}^2}{1.22 \text{ m} \times 2.44 \text{ m}} = 6.7282$$

(7placas de las dimensiones propuestas)

$$N_{placastapas} = \frac{3.6582 \text{ m}^2}{1.52 \text{ m} \times 2.44 \text{ m}} = 0.9863$$

(1 placa de las dimensiones propuestas)

### Cálculo de Chaqueta del reactor R-120

Considerando el volumen real del reactor, los parámetros de presión y temperatura de diseño se elaborará la chaqueta del reactor para hacer pasar vapor y/o agua de enfriamiento; con acero al carbón SA-285-C.

Se calcular el espesor de pared de la chaqueta con la ecuación 1.2

Se toma en cuenta que las uniones de las placas se realizarán con juntas a tope hechas por doble cordón de soldadura, ver la tabla 1.1.

$$E = 1$$

El valor de S valor del esfuerzo del material se especifican en la página 159 de Megyesy, 1992 en función de la temperatura para aleaciones de acero al carbón, para el acero SA-285-C a 170°C el valor de S este dado.

$$S = 13800 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2}$$

Sustituyendo valores en la ecuacion1.2

$$\begin{aligned} t_{chaqueta} &= \frac{PR}{SE + 0.4P} = \frac{\left(144.7754 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2}\right) \left(1.0786 \text{ m} \left(\frac{39.37 \text{ pulg}}{1 \text{ m}}\right)\right)}{\left(13800 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2} * 1\right) + (0.4 * 144.7754 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2})} \\ &= 0.4436 \text{ pulg} \end{aligned}$$

Ya que este espesor de placa no se encuentra dentro de los espesores nominales de la norma ASTM A-240/240M, el espesor

de placa nominal inmediato superior es de  $1/2'' = 0.5 \text{ pulg}$ , por lo tanto, se utilizará este espesor para la construcción de la chaqueta.

Tomando en cuenta las recomendaciones de (The American Society of Mechanical Engineers, 2013), se considera un claro de  $2\frac{1}{2} \text{ pulg} = 0.0635 \text{ m}$ .

El diámetro de la chaqueta del reactor esta dado por la siguiente expresión matemática.

$$D_{chaqueta} = D_{reactor} + 2t + 2Claro \quad \text{ec. 1.22}$$

$$D_{chaqueta} = 2.1573 \text{ m} + 2(0.0095 \text{ m}) + 2(0.0635 \text{ m}) = 2.3033 \text{ m}$$

$$D_{chaqueta} = 2.3033 \text{ m}$$

$$R_{chaqueta} = 1.1516 \text{ m}$$

Cálculo de área de la chaqueta:

$$A_{chaqueta} = A_{chaquetacuerpo} + A_{chaquetatapa} \quad \text{ec. 1.23}$$

$$A_{chaqueta} = \pi D_{chaqueta} h + 0.393 D_{chaqueta}^2$$

Sustituyendo valores

$$A_{chaqueta} = (3.1416)(2.3033 \text{ m})(2.5888 \text{ m}) + 0.393 (2.3033 \text{ m})^2$$

$$A_{chaqueta} = 20.8188 \text{ m}^2$$

Cálculo de numero de placas para chaqueta del reactor.

$$N_{placashaqueta} = \frac{A_{chaqueta}}{A_{placa}} \quad \text{ec. 1.24}$$

$$N_{placashaqueta} = \frac{20.8188 \text{ m}^2}{1.52 \text{ m} \times 2.44 \text{ m}} = 5.6163$$

(6 placas de las dimensiones propuestas)

### 3.4 DISEÑO DEL REACTOR R-130

Parámetros de diseño: se desea diseñar un reactor para trabajar un volumen de 2 000 gal, de material de acero inoxidable austenítico SA-240-304, con costuras y tapas torisféricas; la temperatura de operación de 80°C y como el procedimiento solo se somete a presión por el lado de la chaqueta, el diseño del reactor debe ser capaz de soportar solo la presión de vapor necesaria para alcanzar la temperatura de operación. Así que se tendrá que utilizar las tablas de vapor y determinar la presión de vapor y así determinar la presión de diseño.

#### MATERIAL ACERO INOXIDABLE AUSTENITICO SA-240-304

La temperatura de diseño del reactor R-130 será de 150°C ya que la temperatura máxima que se maneja es de 80°C, pero le daremos grados más para que no esté en los límites.

#### Cálculo de dimensiones del tanque del reactor:

Para calcular el diámetro del tanque a partir del volumen propuesto, se utiliza la ecuación 1.1:

$$V = \frac{\pi(D)^2}{4} * h$$

Para calcular el diámetro de diseño es necesario conocer el volumen real del tanque, ya que el volumen de operación es 2 000 gal, se considera un parámetro de seguridad que el reactor trabaje al 80% de su capacidad, por lo tanto

$$V_{operación} = 80\% V_{real}$$

$$V_{real} = \frac{V_{operación}}{0.80} \text{ ec. 1.4}$$

Sustituyendo valores en la ecuación 1.4 se obtiene el volumen real del tanque del reactor.

$$V_{real} = \frac{7570.824 L}{0.80} = 9\ 463.53 L$$

$$V_{real} = V_{cuerpo}$$

Sustituyendo valores en la ecuación 1.3 se obtiene el diámetro interior del reactor, como los valores de volumen están dados en litros, es necesario convertir unidades a m<sup>3</sup> con el factor de conversión de 1L= 0.001m<sup>3</sup>

$$D = \sqrt[3]{\frac{9\ 463.53 L \left(\frac{0.001 m^3}{1 L}\right)}{0.3(3.1416)}} = \sqrt[3]{10.0410 m^3}$$

$$D = 2.1573 m$$

Se calcula la altura con la ecuación 1.2 sustituyendo el diámetro.

$$h = 1.2(2.1573 m)$$

$$h = 2.5888 m$$

### **Cálculo de cuerpo cilíndrico**

Obtención de espesor de pared:

Para calcular el espesor de pared del cuerpo cilíndrico del tanque con costura se calcula con la ecuación 1.5 (Megyesy, 1992) .

$$t = \frac{PR}{SE + 0.4P} \text{ ec. 1.5}$$

Las uniones de las placas se realizarán con juntas a tope hechas por doble cordón de soldadura; los valores de eficiencia de la junta son extraídos de la tabla 1.1 por lo tanto.

$$E = 1$$



El valor de S valor del esfuerzo del material se especifican en la página 160 de (Megyesy, 1992) en función de la temperatura para aleaciones de acero inoxidable, para el acero SA-240-304 a 150°C el valor de S este dado.

$$S = 16600 \frac{lb}{pulg^2}$$

Al igual que el volumen, se debe tomar en cuenta la presión de diseño que es sumarle  $30 \frac{lb}{pulg^2}$  o el 10% de la presión de operación.

$$P_{real} = P_{operación} + 10\% P_{operación} \text{ ec. 1.6}$$

O

$$P_{real} = P_{operación} + 30 \frac{lb}{pulg^2} \text{ ec. 1.7}$$

En este caso particular como el 10% de la presión de operación es menor a  $30 \frac{lb}{pulg^2}$  se utiliza la ecuación 1.7 para calcular la presión real considerando que la presión de vapor del agua a 150°C=  $69.0621 \frac{lb}{pulg^2}$

$$P_{real} = 69.0621 \frac{lb}{pulg^2} + 30 \frac{lb}{pulg^2}$$

$$P_{real} = 99.0621 \frac{lb}{pulg^2}$$

El radio R es la mitad del diámetro; por lo tanto, se tienen todos los datos para calcular el espesor de pared t; sustituyendo en la ecuación 1.5

$$R = \frac{D}{2} = \frac{2.1573 \text{ m}}{2} = 1.07869 \text{ m}$$

Para que exista congruencia de unidades el radio expresado en metros debe ser cambiado a pulgadas con el factor de conversión de 1 m= 39.37 pulg

$$t = \frac{PR}{SE + 0.4P} = \frac{\left(99.0621 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2}\right) \left(1.07879 \text{ m} \left(\frac{39.37 \text{ pulg}}{1 \text{ m}}\right)\right)}{\left(16600 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2} * 1\right) + (0.4 * 99.0621 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2})}$$

$$= 0.2528 \text{ pulg}$$

Ya que este espesor de placa no se encuentra dentro de los espesores nominales de la norma ASTM A-240/240M, el espesor de placa nominal inmediato superior es de  $5/16'' = 0.3125 \text{ pulg}$ , por lo tanto, se utilizará este espesor para los cálculos.

Así que, la presión máxima de trabajo que soporta el cuerpo cilíndrico del tanque del reactor está dada por la siguiente ecuación.

$$P_{max} = \frac{SEt}{R - 0.4t} \text{ ec. 1.8}$$

Sustituyendo en la ecuación 1.8

$$P_{max} = \frac{\left(16600 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2}\right) (1) (0.3125 \text{ pulg})}{(42.4680 \text{ pulg}) - 0.4(0.3125 \text{ pulg})}$$

$$P_{max} = 122.5112 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2}$$

### Cálculo de tapas:

Para determinar el espesor de lámina para una placa torisférica se ocupa la siguiente expresión (Megyesy, 1992).

$$t = \frac{0.885PL}{SE + 0.8P} \quad \text{ec. 1.9}$$

El parámetro L se refiere al radio exterior de la pieza abombada y se calcula con la siguiente ecuación expresada por (The American Society of Mechanical Engineers, 2013).

$$L = 0.9D \quad \text{ec. 1.10}$$

$$L = 0.9(84.9361 \text{ pulg}) = 76.4425 \text{ pulg}$$

Sustituyendo los datos en la ecuación 1.9.

$$t = \frac{0.885 \left( 122.5112 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2} \right) (76.4425 \text{ pulg})}{\left( 16600 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2} \right) (1) + 0.8 \left( 122.5112 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2} \right)} = 0.4963 \text{ pulg}$$

Ya que este espesor de placa no se encuentra dentro de los espesores nominales de la norma ASTM A-240/240M, el espesor de placa nominal inmediato superior es de  $1/2'' = 0.5 \text{ pulg}$ , por lo tanto, se utilizará este espesor para los cálculos.

Así que, la presión máxima de trabajo que soporta la tapa torisférica del tanque del reactor está dada por la siguiente ecuación (Megyesy, 1992).

$$P_{maxT} = \frac{SEt}{0.885L - 0.8t} \quad \text{ec. 1.11}$$

Sustituyendo los valores

$$P_{maxT} = \frac{\left( 16600 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2} \right) (1) (0.5 \text{ pulg})}{0.885(76.4425 \text{ pulg}) - 0.8(0.5 \text{ pulg})} = 123.4171 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2}$$

### **Cálculo de volumen de tapas torisféricas:**

El volumen para tapas torisféricas está dado por la siguiente

ecuación.

$$V_{Tapas} = 0.08089D^3 \quad ec.1.12$$

Sustituyendo el diámetro en metros en la ecuación 1.12

$$V_{Tapas} = 0.08089(2.1573 \text{ m})^3 = 0.8122 \text{ m}^3$$

Cálculo del volumen total del tanque del reactor. (tomando en cuenta que son dos tapas simétricas.

$$V_{total} = V_{cuerpo} + 2V_{Tapas} \quad ec. 1.13$$

$$V_{total} = 9.4635 \text{ m}^3 + 2 * (0.8122 \text{ m}^3) = 11.0879 \text{ m}^3$$

#### **Cálculo de baffles:**

Para el cálculo de los baffles se siguen las recomendaciones según Treybal, 1994.

$$\text{Ancho de baffle} = \frac{D_{reactor}}{12} \quad ec. 1.14$$

$$\text{Ancho de baffle} = \frac{84.9361 \text{ pulg}}{12} = 7.0780 \text{ pulg}$$

Para el cálculo del claro, la separación entre pared del reactor y el baffle, se siguen las recomendaciones según Treybal, 1994.

$$\text{Claro} = \frac{\text{Ancho de baffle}}{5} \quad ec. 1.15$$

$$\text{Claro} = \frac{7.7657 \text{ pulg}}{5} = 1.4156 \text{ pulg}$$

#### **Cálculo de agitador:**

Ya que no se hará un estudio reológico para diseñar un agitador de alta eficiencia, se selecciona un agitador tipo Rushton que se ajusta a las características del proceso.

Para este tipo de agitador se calcula el diámetro a partir del diámetro interior del reactor con la siguiente expresión matemática.

$$D_{impulsor} = \frac{D_{Reactor}}{3} \quad ec. 1.16$$

$$D_{impulsor} = \frac{2.1573 \text{ m}}{3} = 0.7191 \text{ m}$$

Y el ancho que tendrá cada placa esta dado por la siguiente ecuación.

$$\text{Ancho de placa} = \frac{D_{impulsor}}{3} \quad ec. 1.17$$

$$\text{Ancho de placa} = \frac{D_{impulsor}}{3} = \frac{0.789 \text{ m}}{3} = 0.2397 \text{ m}$$

### Cálculo de áreas:

Es necesario conocer el área superficial de los elementos para así estimar el costo del material de construcción del reactor, este material es en forma de placas metálicas.

Se calcular el área del reactor a partir de las siguientes expresiones matemáticas.

Para cálculo de cuerpo cilíndrico del reactor.

$$A_{CilReact} = 2\pi r h \quad ec. 1.18$$

$$A_{CilReact} = 2(3.1416) * (1.0786 \text{ m}) * (2.5888 \text{ m})$$

$$A_{CilReact} = 17.5463 \text{ m}^2$$

Para el cálculo del área de las tapas toriesféricas se utiliza la siguiente ecuación.

$$A_{tapa} = 0.393 D^2 \quad ec. 1.19$$

$$A_{tapa} = 0.393 (2.1573 \text{ m})^2$$

$$A_{tapa} = 1.8291 \text{ m}^2$$

Para el cálculo del área de baffles en el interior del reactor (el largo de placa es igual a la altura del cilindro del reactor).

$$A_{bafles} = (\text{ancho del bafle})(\text{largo placa}) \quad \text{ec. 1.20}$$

$$A_{bafles} = (0.2397 \text{ m})(2.5888 \text{ m})$$

$$A_{bafles} = 0.6205 \text{ m}^2$$

Se calcula el área total de placas necesarias haciendo la suma del área total.

$$A_{cuerptotal} = 4 A_{bafles} + A_{CilReact}$$

$$A_{cuerptotal} = 4 (0.6205 \text{ m}^2) + 17.5463 \text{ m}^2$$

$$A_{cuerptotal} = 20.0286 \text{ m}^2$$

Ya que el espesor para la parte de las tapas toriesféricas es diferente, se calcula el área total de las tapas aparte.

$$A_{Tapas} = 2 A_{tapa}$$

$$A_{tapa} = 2 * (1.8291 \text{ m}^2) = 3.6582 \text{ m}^2$$

### Cálculo de numero de placas.

Se calcula el número total de placas necesarias dividiendo el área total entre el área de la placa especificada según la norma ASTM A-240/240M.

$$N_{placastotal} = \frac{A_{total}}{A_{placas}} \quad \text{ec. 1.21}$$

De la norma se obtienen los siguientes datos de áreas de placas ver tabla 3.5.

Se calcula el número de placas totales para los diferentes espesores sustituyendo valores en la ecuación 2.21

$$N_{placastotal} = \frac{20.0286 \text{ m}^2}{1.22 \text{ m} \times 2.44 \text{ m}} = 6.7282$$

(7placas de las dimensiones propuestas)

$$N_{placastapas} = \frac{3.6582 \text{ m}^2}{1.52 \text{ m} \times 2.44 \text{ m}} = 0.9863$$

(1 placa de las dimensiones propuestas)

### Cálculo de Chaqueta del reactor R-130

Considerando el volumen real del reactor, los parámetros de presión y temperatura de diseño se elaborará la chaqueta del reactor para hacer pasar vapor y/o agua de enfriamiento; con acero al carbón SA-285-C.

Se calcular el espesor de pared de la chaqueta con la ecuación 1.2

Se toma en cuenta que las uniones de las placas se realizarán con juntas a tope hechas por doble cordón de soldadura, ver la tabla 1.1.

$$E = 1$$

El valor de S valor del esfuerzo del material se especifican en la página 159 de (Megyesy, 1992) en función de la temperatura para aleaciones de acero al carbón, para el acero SA-285-C a 170°C el valor de S este dado.

$$S = 13800 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2}$$

Sustituyendo valores en la ecuacion1.2

$$\begin{aligned} t_{chaqueta} &= \frac{PR}{SE + 0.4P} = \frac{\left(122.5112 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2}\right) \left(1.0786 \text{ m} \left(\frac{39.37 \text{ pulg}}{1 \text{ m}}\right)\right)}{\left(13800 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2} * 1\right) + (0.4 * 122.5112 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2})} \\ &= 0.3756 \text{ pulg} \end{aligned}$$

Ya que este espesor de placa no se encuentra dentro de los espesores nominales de la norma ASTM A-240/240M, el espesor

de placa nominal inmediato superior es de  $1/2'' = 0.5 \text{ pulg}$ , por lo tanto, se utilizará este espesor para la construcción de la chaqueta.

Tomando en cuenta las recomendaciones de (The American Society of Mechanical Engineers, 2013), se considera un claro de  $2\frac{1}{2} \text{ pulg} = 0.0635 \text{ m}$ .

El diámetro de la chaqueta del reactor esta dado por la siguiente expresión matemática.

$$D_{chaqueta} = D_{reactor} + 2t + 2Claro \text{ ec.1.22}$$

$$D_{chaqueta} = 2.1573 \text{ m} + 2(0.0079 \text{ m}) + 2(0.0635 \text{ m}) = 2.3001 \text{ m}$$

$$D_{chaqueta} = 2.3001 \text{ m}$$

$$R_{chaqueta} = 1.1500 \text{ m}$$

Cálculo de área de la chaqueta:

$$A_{chaqueta} = A_{chaquetacuerpo} + A_{chaquetatapa} \text{ ec.1.23}$$

$$A_{chaqueta} = \pi D_{chaqueta} h + 0.393 D_{chaqueta}^2$$

Sustituyendo valores

$$A_{chaqueta} = (3.1416)(2.3001 \text{ m})(2.5888 \text{ m}) + 0.393 (2.3001 \text{ m})^2$$

$$A_{chaqueta} = 20.7870 \text{ m}^2$$

Cálculo de numero de placas para chaqueta del reactor.

$$N_{placashaqueta} = \frac{A_{chaqueta}}{A_{placa}} \text{ ec.1.24}$$

$$N_{placashaqueta} = \frac{20.8188 \text{ m}^2}{1.52 \text{ m} \times 2.44 \text{ m}} = 5.6047$$

(6 placas de las dimensiones propuestas)



### 3.6 Selección de tanques de almacenamiento de materia prima

La selección de los tanques de almacenamiento se realiza de acuerdo con las MSDS provistas en el Anexo 1 en las que se señala que el almacenamiento puede estar en tanques de acero al carbón SA-285 con un recubrimiento de Zinc en la parte interior para evitar contaminación por Fe; los tanques de almacenamiento serán de tipo tanque atmosférico, en las que solo se toma en cuenta la presión hidrostática que genera el fluido, en el caso particular del fenol se tendrá, este tanque deberá tener serpentín para manejar el fenol en estado líquido y poder bombear al proceso, con un loop de control que se verá más adelante para controlar la temperatura a 50°C constante del fenol ya que es sólido en 40°C de temperatura.

Los tanques de almacenamiento tendrán una capacidad en función de la disponibilidad y con un inventario mínimo de 1 mes de operación es decir 25 000 L, y se siguen las mismas especificaciones de parámetro geométrico del diseño de cuerpo cilíndrico de un reactor para un tanque de almacenamiento (Treybal, 1994).

$$D = \sqrt[3]{\frac{V}{0.3\pi}}$$

Sustituyendo el volumen de 25,000 L multiplicado por el factor de conversión a metros cúbicos el diámetro es igual a:

$$D = \sqrt[3]{\frac{10,000L \left(\frac{0.001 m^3}{1L}\right)}{0.3(3.1416)}} = \sqrt[3]{26.5257 m^3}$$

$$D = 2.9823 m$$

$$R = 1.4911 m$$

Se calcula la altura con la ecuación 1.2 sustituyendo el diámetro.

$$h = 1.2D$$

$$h = 1.2(2.9823 m)$$

$$h = 3.5787 m$$

y se calcula una base tipo cónica tradicional para tanques atmosféricos con una altura de 0.5 m. se calcula el área total del tanque atmosférico sumando el área del cilindro con el área de la tapa, al igual que en el reactor, solo que se considera el área de la base del cilindro ya que la tapa inferior será plana.

$$A_{tanque} = A_{cilindro} + A_{base} + A_{tapa}$$

Sustituyendo las respectivas fórmulas para calcular cada área especificada se tiene la fórmula que calcula el área transversal de cilindro, el área de la base circular y el área de la tapa cónica

$$A_{tanque} = 2\pi rh + \pi r^2 + \pi r g$$

El término “g” es igual a la generatriz del cono, y es la hipotenusa del triángulo y para calcularla se utiliza el teorema de Pitágoras por lo tanto sustituyendo valores para g

$$A_{tanque} = 2\pi rh + \pi r^2 + \pi r \sqrt{h_{cono}^2 + r^2}$$

Sustituyendo valores se obtiene

$$\begin{aligned} A_{tanque} &= 2(3.1416)(1.4911 \text{ m})(3.5787 \text{ m}) \\ &+ (3.1416)(1.4911 \text{ m})^2 \\ &+ (3.1416)(1.0987 \text{ m})\sqrt{(0.5 \text{ m})^2 + (1.4911 \text{ m})^2} \end{aligned}$$

$$A_{tanque} = 33.5308 \text{ m}^2 + 6.9855 \text{ m}^2 + 4.9409 \text{ m}^2$$

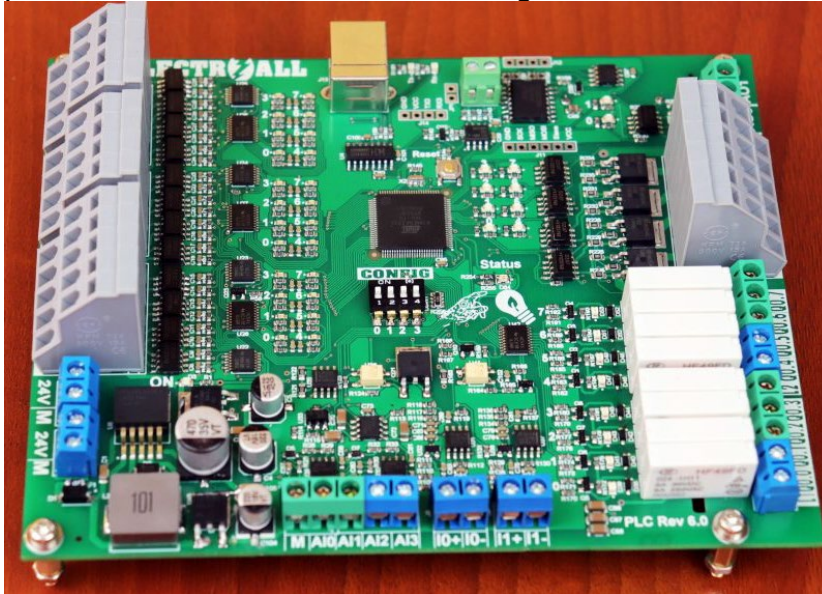
$$A_{tanque} = 45.4573 \text{ m}^2$$

### 3.7 Selección de bombas.

Se utilizará una bomba de descarga para cada tanque, una bomba de descarga para cada reactor y una bomba para recircular el agua de enfriamiento, como los tanques y los reactores tienen una geometría similar con respecto a la altura de bombeo se seleccionarán bombas centrífugas que sea capaz de llevar cada fluido a una altura de 3 metros

### 3.8 INSTRUMENTACIÓN.

Para este proceso se utilizará la placa diseñada por Admin, 2020 que está diseñada basándose en el microcontrolador ATMEGA2560 utilizado en las placas de estudio “Arduino Mega” con un costo de USD \$80.



**Figura.3.2.** PLC con ARDUINO (ATMEGA2560) V6, con 24 entradas, 16 salidas MOSFET, entradas de corriente y voltaje. Imagen extraída de (Admin, 2020).

#### Materiales.

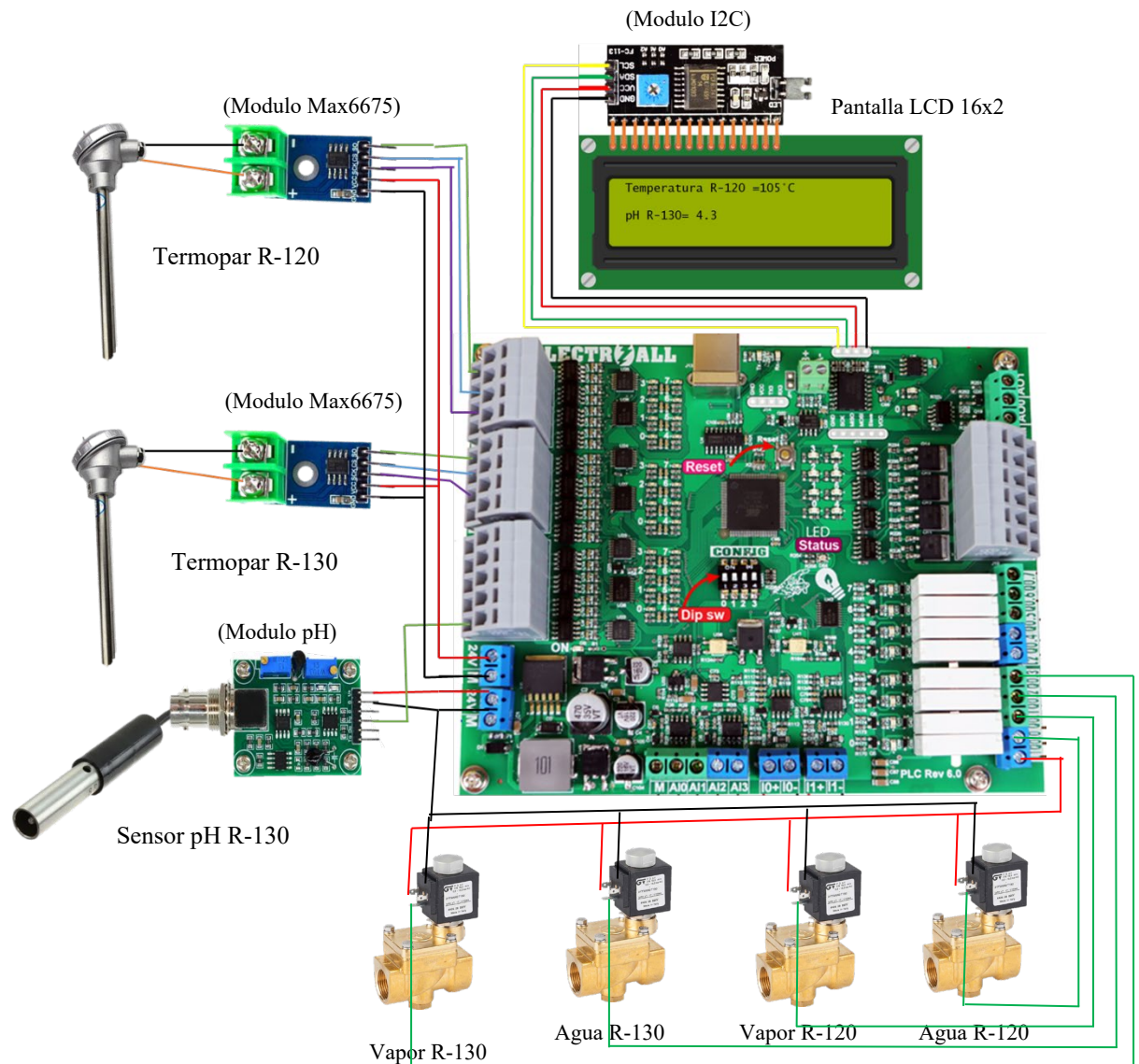
- A) PLC con Arduino (ATMEGA2560) V6: Este se encargará de ser el cerebro de nuestra instrumentación. Costo USD \$80.00
- B) Sensor de temperatura: se utilizarán termopares tipo k. Ver **anexo II** Costo USD \$5.00
- C) Lector de temperatura: el módulo MAX6675 es un convertidor Analógico a digital para termopares tipo K. Ver anexo Costo USD \$4.89
- D) Sensor de pH: Se utilizará el electrodo para medir pH “PH-2-5M” de marca digi-key que cumple con los parámetros necesarios para trabajar en el proceso. Ver anexo. Costo USD \$117.81

### 3.9 Desarrollo de Loop de control.

Para comenzar el proceso de instrumentación es necesario hacer el diagrama para visualizar que partes son dependientes, cuales son entradas de información y cuales son salidas.

Para comenzar la programación del circuito, es necesario tener la IDE (Integrated Development Environment) de Arduino, la cual es gratuita y se puede obtener descargando la versión más reciente en el siguiente enlace:

<https://www.microsoft.com/es-mx/p/arduino-ide/9nblggh4rsd8?ocid=badge&rtc=1&activetab=pivot:overviewtab>  
para cualquier sistema operativo.



**Figura.3.3.** Esquemático electrónico para la instrumentación del proceso, la placa madre funciona como control maestro recibiendo la señal analógica de los sensores que pasa por convertidores de analógico a digital reflejando valores que se procesan y almacenan para así controlar las válvulas electrónicas de entrada, a su vez estas válvulas funcionan como control maestro para las válvulas que se abrirán o cerrarán para dar salida al fluido.

A continuación, se muestra el código desarrollado para el control del proceso

```
//CONTROLADOR DE TEMPERARTURA CON modulo MAX6675, CONTROLADOR DE
pH UTILIZANDO UNA PANTALLA LCD SHIELD por Fernando Carrillo Ortega

#include "max6675.h" //SE INCLUYE LA LIBRERIA PARA COMPARAR LA
DIFERENCIA DE POTENCIAL DEL TERMOPAR CON UNA TEMPERATURA
#include <LiquidCrystal_I2C.h> //SE INCLUYE LA LIBRERIA DE LA
PANTALLA LCD
//Se cambia la nomenclatura de la IDE de Arduino para la
compatibilidad con la Placa Plc segun los diagramas.
// Para los pines de entradas digitales
const int IN0 = 2;//pH R130
const int IN1 = 22;
const int IN2 = 23;
const int IN3 = 24;
const int IN4 = 25;
const int IN5 = 26;
const int IN6 = 27;
const int IN7 = 28;
const int IN8 = 29;
const int IN9 = 30;// termopar R130
const int IN10 = 31;// termopar R130
const int IN11 = 32;// termopar R130
const int IN12 = 33;
const int IN13 = 34;
const int IN14 = 35;
const int IN15 = 36;
const int IN16 = 37;
const int IN17 = 38;// termopar R120
const int IN18 = 39;// termopar R120
const int IN19 = 40; // termopar R120
const int IN20 = 41;
const int IN21 = 42;
const int IN22 = 60;
const int IN23 = 61;
//Para Salidas de transistor MOSFET'S
int Q0 = 3;
int Q1 = 4;
int Q2 = 5;
int Q3 = 6;
int Q4 = 7;
int Q5 = 8;
int Q6 = 9;
int Q7 = 10;
//Para Salidas de Relevadores
int O0 = 13;
int O1 = 43;// AguaR120
int O2 = 44;// VaporR120
int O3 = 45;// AguaR130
int O4= 46;// VaporR120
int O5 = 47;
int O6 = 48;
int O7 = 49;
//Entradas de DIP SWITCH
const int IN24 = 66;
const int IN25 = 67;
const int IN26 = 68;
const int IN27 = 69;
//Definiciones primarias
```

```
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);; //Se configura la dimensión
de la pantalla LCD para el puerto I2C

float temperatur1=0; //Se crea una variable flotante para
almacenar la temperatura (se le da un valor inicial de 0)
float temperatura2=0;
//Se definen los pines a usar para conectar el modulo MAX6675 para
el primer termopar

int ktcSO1 = IN19;
int ktcCS1 = IN18;
int ktcCLK1 = IN17;

MAX6675 ktc1(ktcCLK1, ktcCS1, ktcSO1); //se llama a la función de
la libreria del modulo para el primer termopar para asignar los
pines a la función
//Se definen los pines a usar para conectar el modulo MAX6675 para
el segundo termopar

int ktcSO2 = IN11;
int ktcCS2 = IN10;
int ktcCLK2 = IN9;

MAX6675 ktc2(ktcCLK2, ktcCS2, ktcSO2); //se llama a la función de
la libreria del modulo para el primer termopar para asignar los
pines a la función

//configuración de constantes para medición de pH
int ph_pin = A2; // A2 -> Po

int m_4 = 623;
int m_7 = 605; //agua
int Error;
//Declaracion de constantes
const float TemperaturaDeReferencialFenol=55; //se define el valor
de referencia (°C) para el reactor R-120 cuando se suministra fenol
const float TemperaturaDeReferencialH2S04=105; //se define el
valor de referencia (°C) para el reactor R-120 cuando se suministra
Ácido sulfúrico
const float TemperaturaDeReferencialAgua=83; //se define el valor
de referencia (°C) para el reactor R-120 cuando se suministra agua
const float TemperaturaDeReferencialEnfriamiento=60; //se define
el valor de referencia (°C) para el reactor R-120 cuando se enfria
y descarga
const float TemperaturaDeReferencia2UREA=59; //se define el valor
de maximo referencia (°C) para el reactor R-130 cuando se Adiciona
UREA
const float TemperaturaDeReferencia2formaldehido=79; //se define
el valor maximo de referencia (°C) para el reactor R-130 cuando se
Adiciona formaldehído
const float TemperaturaDeReferencia2Enfriamiento=70; //se define
el valor de referencia (°C) para el reactor R-130 cuando se
Adiciona hidróxido de amonio
const float TemperaturaDeReferencia2Enfriamiento2=43; //se define
el valor de referencia (°C) para el reactor R-130 cuando se
Adiciona bisulfito de sodio

float TemperaturaDeReferenncia=0;
```

```
void setup() {
//configuración de pines de relevadores
  pinMode(O1, OUTPUT); // AguaR120
  pinMode(O2, OUTPUT); // VaporR120
  pinMode(O3, OUTPUT); // AguaR130
  pinMode(O4, OUTPUT); // VaporR120
//configuración de pines Dip switch
  pinMode(IN24, INPUT); //DIP 0
  pinMode(IN25, INPUT); //DIP 1
  pinMode(IN26, INPUT); //DIP 2
  pinMode(IN27, INPUT); //DIP 3

  //inicia el LCD.
  lcd.begin(16, 2); //función para configuración de pantalla de
16x2 caracteres.
  delay(500); //función para esperar 0.5 segundos

  //activa comunicacion serial.
  Serial.begin(9600); //Abrir puerto serie con una velocidad de
9600 bit/segundo para la transmision de datos
  delay(500);

  //Muestra un saludo inicial presentación en la pantalla LCD.
  lcd.clear(); //función para limpiar pantalla
  lcd.setCursor(0, 0); //función para poner coordenadas de origen
de texto
  lcd.print("Bienvenido"); //función para imprimir en pantalla
  lcd.setCursor(3, 1);
  lcd.print("Comenzando medición...");
  delay(1000);
  Error=0; //se define el valor inicial de la variable Error
}

void loop() {

  //Leer temperatura1.
  temperatura1=ktc1.readCelsius(); //función para leer
temperatura en grados celsius de la libreria del modulo Max6675
  //temperatura=ktc.readFahrenheit();
  //Leer temperatura2.
  temperatura2=ktc2.readCelsius(); //función para leer
temperatura en grados celsius de la libreria del modulo Max6675
  //temperatura=ktc.readFahrenheit();

  //Enviar dato de temperatura por el puerto serial.
  Serial.print("Temperatura 1 = ");
  Serial.print(temperatura1);
  Serial.println(" °C");

  //Mostrar dato de temperatura en LCD.
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Temperatura: ");
  lcd.setCursor(2, 1);
```

```

    lcd.print(temperatural);
    lcd.setCursor(9, 1);
    lcd.print("C");

    //Leer pH
    int measure = 0;
int prom = 0;

    for(int i=0;i<20;i++)
    { measure = analogRead(ph_pin);
      prom = prom + measure;
      delay(50);
    }

    prom = prom/20;

    Serial.print("Medida: ");
    Serial.print(prom);

    //calibracion
    float Po = 7 + ((measure - m_7 ) * 3 / ( m_7 - m_4 ));
    Serial.print("\tPH: ");
    Serial.print(Po, 2);
    Serial.println("");

    lcd.setCursor(4,0);
    lcd.print("PH:");
    lcd.setCursor(7,0);
    lcd.print(Po,2);
    delay(100);
    //lectura de variables
    //Leer temperatural.
    temperatural=ktc1.readCelsius(); //función para leer
temperatura en grados celsius de la libreria del modulo Max6675
    //temperatura=ktc.readFahrenheit();
    //Leer temperatura2.
    temperatura2=ktc2.readCelsius(); //función para leer
temperatura en grados celsius de la libreria del modulo Max6675
    //temperatura=ktc.readFahrenheit();

    //Enviar dato de temperatura por el puerto serial.
    Serial.print("Temperatura 1 = ");
    Serial.print(temperatural);
    Serial.println(" °C");
    Serial.print("Temperatura 2 = ");
    Serial.print(temperatura2);
    Serial.println(" °C");
    //Mostrar dato de temperatura en LCD.
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Temperatura 1: ");
    lcd.setCursor(2, 1);
    lcd.print(temperatural);
    lcd.setCursor(9, 1);
    lcd.print("C");
    delay(100);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);

```



```

lcd.print("Temperatura 2: ");
lcd.setCursor(2, 1);
lcd.print(temperatura2);
lcd.setCursor(9, 1);
lcd.print("C");
delay(100);

//control configurado por dip switch
//primer parametro de control si se activa DIP SWITCH se
configurara el control de temperatura a mantener con vapor el
reactor R-120 a 55°C
    if
(digitalRead(IN24)&&!digitalRead(IN25)&&!digitalRead(IN26)&&!digit
alRead(IN27)){
        if(temperatura1<TemperaturaDeReferencialFenol){
            digitalWrite(O2,HIGH); //suministra 5V en el pin donde esta el
Rele manda un 1 logico a Vapor R120

        }
        else {
            digitalWrite(O2,LOW); //suministra 0V en el pin donde esta el
Rele manda un 0 logico a Vapor R120
        }
    }

//segundo parametro de control si se activa DIP SWITCH se
configurara el control de temperatura a mantener con vapor el
reactor R-120 a 105°C
    if
(digitalRead(IN25)&&!digitalRead(IN24)&&!digitalRead(IN26)&&!digit
alRead(IN27)){
        if(temperatura1<TemperaturaDeReferencialH2S04){
            digitalWrite(O2,HIGH); //suministra 5V en el pin donde esta el
Rele manda un 1 logico a Vapor R120

        }
        else {
            digitalWrite(O2,LOW); //suministra 0V en el pin donde esta el
Rele manda un 0 logico a Vapor R120
        }
        if(temperatura1>(TemperaturaDeReferencialH2S04+1.5)){
            digitalWrite(O1,HIGH); //suministra 5V en el pin donde esta el
Rele manda un 1 logico a Agua R120

        }
        else {
            digitalWrite(O1,LOW); //suministra 0V en el pin donde esta el
Rele manda un 0 logico a Agua R120
        }
    }

//Tercer parametro de control si se activa DIP SWITCH se
configurara el control de temperatura a mantener con agua de
enfriamiento el reactor R-120 a 80°C en caso de ser necesario si
baja la temperatura a menos de 80°C se deb calentar con vapor
    if
(digitalRead(IN26)&&!digitalRead(IN24)&&!digitalRead(IN25)&&!digit
alRead(IN27)){

```

```
        if(temperatura1>TemperaturaDeReferencialAgua){
            digitalWrite(O1,HIGH); //suministra 5V en el pin donde esta el
Rele manda un 1 logico a Agua R120

        }
        if(temperatura1<=(TemperaturaDeReferencialAgua-2.5)){
            digitalWrite(O2,LOW); //suministra 0V en el pin donde esta el
Rele manda un 0 logico a Vapor R120
            digitalWrite(O1,HIGH); //suministra 5V en el pin donde esta el
Rele manda un 1 logico a Agua R120

        }

        else {
            digitalWrite(O2,LOW); //suministra 0V en el pin donde esta el
Rele manda un 0 logico a Agua R120
        }
    }
    //Cuarto parametro de control si se activa DIP SWITCH se
configurara el control de temperatura para enfriar el reactor R-
120 a 60°C
    if
    (digitalRead(IN27) &&!digitalRead(IN24) &&!digitalRead(IN25) &&!digit
alRead(IN26)) {
        if(temperatura1<=TemperaturaDeReferencialEnfriamiento){
            digitalWrite(O1,HIGH); //suministra 5V en el pin donde esta el
Rele manda un 1 logico a Agua R120

        }
        else {
            digitalWrite(O1,LOW); //suministra 0V en el pin donde esta el
Rele manda un 0 logico a Agua R120
        }
    }

    //Quinto parametro de control si se activa DIP SWITCH se
configurara el control de temperatura para mantener el reactor R-
130 a máximo 60°C
    if
    (digitalRead(IN24) &&digitalRead(IN25) &&!digitalRead(IN26) &&!digita
lRead(IN27)) {
        if(temperatura2<(TemperaturaDeReferencia2UREA-2.5)){
            digitalWrite(O4,HIGH); //suministra 5V en el pin donde esta el
Rele manda un 1 logico a Vapor R130

        }
        else {
            digitalWrite(O4,LOW); //suministra 0V en el pin donde esta el
Rele manda un 0 logico a Vapor R130
        }
        if(temperatura2>=(TemperaturaDeReferencia2UREA)) {
            digitalWrite(O3,HIGH); //suministra 5V en el pin donde esta el
Rele manda un 1 logico a Agua R130

        }
        else {
```

```
    digitalWrite(O3,LOW); //suministra 0V en el pin donde esta el
Rele manda un 0 logico a Agua R130
}
}

    //sexto parametro de control si se activa DIP SWITCH se
configurara el control de temperatura para mantener el reactor R-
130 a máximo 80°C
    if
(digitalRead(IN24) &&!digitalRead(IN25) &&digitalRead(IN26) &&!digita
lRead(IN27)) {
        if(temperatura2<(TemperaturaDeReferencia2formaldehido-2.5)){
            digitalWrite(O4,HIGH); //suministra 5V en el pin donde esta el
Rele manda un 1 logico a Vapor R130

        }
        else {
            digitalWrite(O4,LOW); //suministra 0V en el pin donde esta el
Rele manda un 0 logico a Vapor R130
        }
        if(temperatura2>=(TemperaturaDeReferencia2formaldehido)){
            digitalWrite(O3,HIGH); //suministra 5V en el pin donde esta el
Rele manda un 1 logico a Agua R130

        }
        else {
            digitalWrite(O3,LOW); //suministra 0V en el pin donde esta el
Rele manda un 0 logico a Agua R130
        }
    }
    //Octavo parametro de control si se activa DIP SWITCH se
configurara el control de temperatura para enfriar el reactor R-
130 a 70°C
    if
(digitalRead(IN24) &&!digitalRead(IN25) &&digitalRead(IN26) &&digita
lRead(IN27)) {
        if(temperatura2<=TemperaturaDeReferencia2Enfriamiento){
            digitalWrite(O3,HIGH); //suministra 5V en el pin donde esta el
Rele manda un 1 logico a Agua R130

        }
        else {
            digitalWrite(O3,LOW); //suministra 0V en el pin donde esta el
Rele manda un 0 logico a Agua R130
        }
    }
    //Noveno parametro de control si se activa DIP SWITCH se
configurara el control de temperatura para enfriar el reactor R-
130 a 40°C
    if
(digitalRead(IN24) &&!digitalRead(IN25) &&digitalRead(IN26) &&digita
lRead(IN27)) {
        if(temperatura2<=TemperaturaDeReferencia2Enfriamiento2){
            digitalWrite(O3,HIGH); //suministra 5V en el pin donde esta el
Rele manda un 1 logico a Agua R130

        }
        else {
```

```
    digitalWrite(O3,LOW); //suministra 0V en el pin donde esta el
Rele manda un 0 logico a Agua R130
  }
}
  // Comprobamos si ha habido algún error en la lectura
  if (isnan(temperatura1) || isnan(temperatura2) || isnan(Po)) {
    lcd.clear();
    lcd.print("Error ");
    Serial.print("Error= ");
    Serial.print(Error);
    Error=Error+1;
  }
  if(Error<11){
    digitalWrite(O1,HIGH); //suministra 0V en el pin donde esta el
Rele manda un 0 logico a Agua R120
    digitalWrite(O2,LOW); //suministra 0V en el pin donde esta el
Rele manda un 0 logico a VAPOR R120
    digitalWrite(O3,HIGH); //suministra 0V en el pin donde esta el
Rele manda un 0 logico a Agua R130
    digitalWrite(O4,LOW); //suministra 0V en el pin donde esta el
Rele manda un 0 logico a VAPOR R130

  }

  //Pausa de medio segundo para repetir el proceso
  delay(500);

}
//Fin de codigo
```

**CAPÍTULO 4**  
**RESULTADOS Y**  
**DISCUSIÓN**

---

---

## **CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En este capítulo se presenta en forma de tablas, el costo de construcción con las especificaciones calculadas tanto de materiales como de geometría diseñada, de los reactores R-120 y R-130; además se presenta a manera de resumen ejecutivo el costo global del proyecto, incluyendo las especificaciones de instrumentación requeridas por el proceso y la maquetación layout de referencia para la organización y distribución eficiente de todos los componentes corporativos para llevar a venta el producto terminado.

### **4.1 Determinación de costo reactor R-120**

**Tabla 4.1.** Costo Reactor R-120.

Proyecto		REACTOR R-120		
Cantidad	unidad	descripción	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
<b>Fabricación Reactor R-120</b>				
7	Pza.	Placa SA-240-304 acero inoxidable de 1.22 m x 2.44 m	\$ 2,396.80	\$ 16,777.60
1	Pza.	Placa SA-240-304L acero al carbón de 1.52 m x 2.44 m	\$ 4,180.00	\$ 4,180.00
6	Pza.	Placa SA-285-C acero al carbón de 1.52 m x 2.44 m	\$ 798.93	\$ 4,793.58
10	kg	Soldadura	\$ 250.00	\$ 2,500.00
<b>Obra civil</b>				
1	-	Cimentación	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00
<b>Acondicionamiento</b>				
5	Pza.	Tramo tubo AC. C s/cost ced 40 diámetro 1"	\$ 218.00	\$ 1,090.00
4	Pza.	Válvula ac roscada 1 ½"	\$ 40.00	\$ 160.00
1	Pza.	Agitador tipo Rushton	\$ 121.00	\$ 121.00

1	Pza.	Motor 10 Hp	\$ 838.32	\$ 838.32
		Instalación		
1	-	Maniobra de instalación	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00
Subtotal				\$ 42,460.50
Imprevistos (10%)				\$ 4,246.05
Total				\$ 46,706.55

#### 4.2 Determinación de costo reactor R-120

Tabla 4.2. Costo Reactor R-130.

Proyecto		REACTOR R-130		
Cantidad	unidad	descripción	Precio unitario (USD)	Precio total (USD)
<b>Fabricación Reactor R-130</b>				
7	Pza.	Placa SA-240-304 acero inoxidable de 1.22 m x 2.44 m	\$ 1896.20	\$ 13,273.40
1	Pza.	Placa SA-240-304L acero al carbón de 1.52 m x 2.44 m	\$ 2,840.60	\$ 2,840.60
6	Pza.	Placa SA-285-C acero al carbón de 1.52 m x 2.44 m	\$ 798.93	\$ 4,793.58
10	kg	Soldadura	\$ 250.00	\$ 2,500.00
<b>Obra civil</b>				
1	-	Cimentación	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00
<b>Acondicionamiento</b>				
5	Pza.	Tramo tubo AC. C s/cost ced 40 diámetro 1"	\$ 218.00	\$ 1,090.00
4	Pza.	Válvula ac roscada 1 ½"	\$ 40.00	\$ 160.00
1	Pza.	Agitador tipo Rushton	\$ 121.00	\$ 121.00
1	Pza.	Motor 10 Hp	\$ 838.32	\$ 838.32

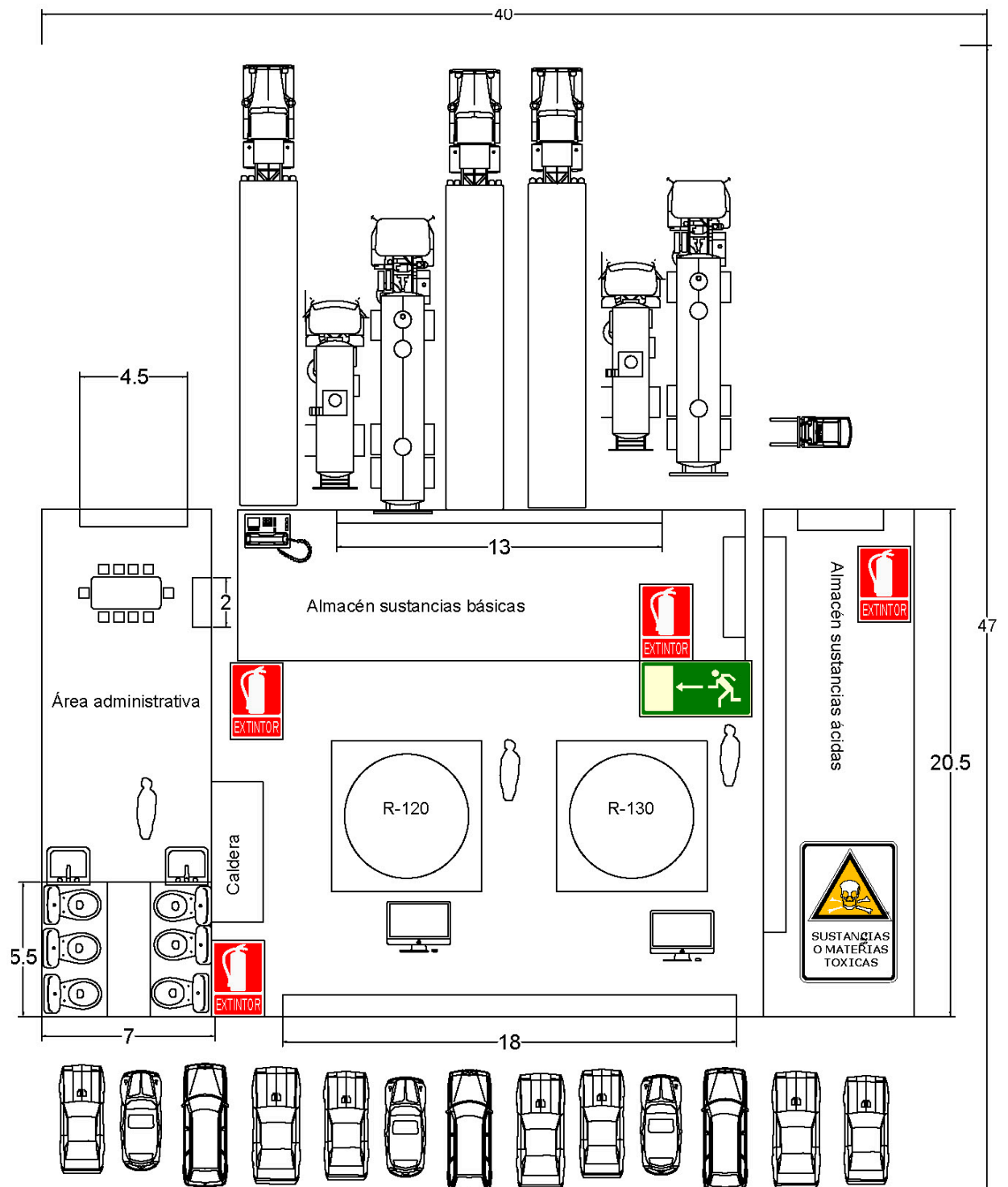
		Instalación		
1	-	Maniobra de instalación	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00
		Subtotal		\$ 37,616.90
		Imprevistos (10%)		\$ 3,761.69
		Total		\$ 41,378.59

#### 4.4 Resumen ejecutivo

**Tabla 4.3.** Resumen ejecutivo.

Proyecto		Resumen ejecutivo	
Concepto	Cantidad	descripción	Precio total (USD)
Reactor	unidad	R-120	\$ 46,706.55
Reactor	unidad	R-130	\$ 41,378.59
instrumentación	unidad	N/A	\$ 3,333.76
		total	\$ 91,418.90





**Figura 4.1.** Layout de proyecto refleja que es necesario un terreno de 40 m x 47 m como mínimo para seguir estándares de construcción de una industria.

# **CAPÍTULO 5**

## **CONCLUSIONES Y**

### **RECOMENDACIONES**

---

---

## **CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Conclusiones**

Para el desarrollo y construcción de este proyecto es necesario contar con un terreno de mínimo  $1880 m^2$  en donde se situarán de manera ordenada y conforme a la NOM-031-STPS-2011 de condiciones de seguridad para trabajo, los reactores R-120, R-130, el generador de vapor C-01, el área de almacenamiento, área administrativa y área de personal.

El costo del producto es de USD \$1.3614 por lo que el precio de venta por kilogramo debe ser de mínimo USD \$2.7228 según Olmos, (2007).

Los rendimientos de la placa y en especial del microcontrolador ATMEGA2560 reflejan que el código utiliza 8272 bytes del almacenamiento de programa 25% del total para este microcontrolador, y las variables globales utilizan 581 bytes de la memoria dinámica, el 28% de esta dejando 1467 bytes para las variables locales que será ocupada para el almacenamiento de la lectura de los diferentes sensores programados según los resultados de compilación de la IDE de Arduino.

La inversión inicial necesaria para realizar la manufactura del curtiembre sintético es de USD \$ 95,710.51 equivalente a \$1,905,699.62 de pesos mexicanos.

### **5.2. Recomendaciones**

Aunque si se opta por tomar filosofías de los sistemas de gestión de calidad como el “just-in-time” Japan Management Association. (2018). se puede reducir e incluso omitir el almacén, la placa controladora principal del proceso cuenta con suficiente memoria y espacios en entradas y salidas digitales para realizar mínimo 3 veces la instrumentación del proceso, por lo cual se concluye que el uso de esta placa esta sobrado para los requerimientos del proceso y si se desea expandir, utilizando sensores de flujo, de presión y de temperatura, la placa puede soportar dicha carga, no obstante anexar más instrumentos y si se deseara utilizarlos en un proceso en paralelo, la dinámica del código debe cambiar ampliando las aperturas en el dip-switch con botones externos.

# REFERENCIAS

---

---

REFERENCIAS

**Trabajos citados**

- Admin, C. (10 de 11 de 2020). *Electroall*. Obtenido de <https://www.electroallweb.com/index.php/2020/11/10/plc-con-arduino-atmega2560-v6-con-24-entradas-16-salidas-mosfet-entradas-de-corriente-y-volataje/>
- Allcahuaman Olarte, A. (2015). *Efectos de los curtientes de la tara (caesalpinia spinosa) queñua (Polylepis incana) y ph sobre las propiedades físicas del cuero curtido de ovino (ovis aries)*. Universidad Nacional Jose María Arguendas.
- American Petroleum Institute. (1998). *Welded Steel Tanks for oil Storage*. Washington, D.C.: Octava Edición.
- Armendáriz, J. (2016). *Métodos de control de calidad del cuero*.
- Crane. (2011). Teoría del flujo de fluidos en tuberías. En *Flujo de Fluidos en válvulas, accesorios y tuberías* (págs. 1-6). McGRAW-Hill.
- Creus, A. (2010). *Instrumentación Industrial*. Barcelona, España: marcombo.
- E. M. Pérez, J. M. (2009). *Autómatas Programables y Sistemas de Automatización*. Barcelona, España: Marcombo.
- Edward L. Paul, V. A.-O. (2004). *HANDBOOK OF INDUSTRIAL MIXING*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Eliana Esparza, N. G. (2001). CONTAMINACIÓN DEBIDA A LA INDUSTRIA CURTIEMBRE. *Revista de Química*, 41-63.
- Faria, W. R. (2016). Relationship between openness to trade and deforestation: Empirical evidence from the Brazilian Amazon . *Ecological Economics*, 85-97.
- Freire Dávila, D. G. (2015). Optimización de proceso de curtido y tratamiento de sus aguas residuales. Bachelor's thesis, Quito: UCE.
- Gavin Towler, R. S. (2008). *Chemical Engineering Design: Principles, Practice and economics of Plant and process Design*. OXFORD: ELSEIVER Butterworth-Heinemann.
- I. López, L. B. (2009). *Introducción al diseño de reactores*. Recuperado de <https://www.fing.edu.uy>.
- I. Martín, R. S. (2011). Tema 2. Impulsión de fluidos. En *Mecánica de Fluidos* (págs. 9-18). Universidad de Alicante.
- Isaza, J. H. (2007). Taninos o polifenoles vegetales. . *Scientia et technica*.
- James R. Couper, W. R. (2012). Mixing and Agitation. En *Chemical Process*

- Equipment, Selection and Design.* (págs. 287-338). El Sevier.
- Juliana Belalcazar B., L. C. (2012). *La cantidad y composición de los residuos que se generan dependen, principalmente de la técnica de curtido utilizada.* Bogotá: La cantidad y composición de los residuos que se generan dependen, principalmente de la técnica de curtido utilizada.
- Kite, M. &. (2006). *Conservation of leather and related materials.* Routledge.
- Levenspiel, O. (2015). *Chemical Reaction Engineering.* Oregon: Repla.
- Marguellis Gutiérrez, S. I. (2017). *Fundamentos Básicos de Instrumentación y control.* Ecuador: UPSE.
- Martinez Diaz, S. M. (2018). *Gestión ambiental empresarial en el sector de cuero en Bogotá como estrategia competitiva para ingresar al mercado europeo.*
- Mata-Mata, J. L. (18 de 2 de 2008). Dispersiones acuosas de poliuretano bloqueado: una alternativa como agente curtiente. . *Polímeros*, págs. 138-143.
- Medina Garcia, J. L. (2010). *La automatización en la industria química.* . Edicions UPC.
- Megyesy, E. F. (1992). *Manual de Recipientes a Presión.* LIMUSA.
- Moody, L. F. (1944). Volume 66. En *Friction Factors for Pipe Flow* (págs. 671-678). The American Society of Mechanical Engineers.
- Norma ISA S5.1.* (2009).
- Olaya Zavala, E. T. (2015). *Evaluación de curtición de pieles de ternero a diferentes niveles de licor de curtiembre mineral para artículos de confección.* Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Paganoni, I. P. (2018). *Desarrollo y elaboración de productos de valor a través del uso de carnaza de res con terminados a base de lípidos.* León, Guanajuato: CONACYT.
- Pedro, R. (2008). Innovación en Cuero= Oportunidad para el Diseño. *Actas de diseño*, (págs. 216-220). Facultad de Diseño y Comunicación. Universidad de Palermo.
- Procter, H. R. (1916). XCVIII.—Theory of vegetable tanning. *Journal of the Chemical Society, Transactions*, págs. 1327-1331.
- Ramdhani, M. A. (4 de 12 de 2017). Model of green technology adaptation in small and medium-sized tannery industry. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 954-962.
- RAMESH R. HEMRAJANI, G. B. (2004). MECHANICALLY STIRRED VESSELS. En V. A.-O. Edward L. Paul, *HANDBOOK OF INDUSTRIAL MIXING* (págs. 345-389). New Jersey: John Wiley & Sons.
- Ranken, M. D. (2003). El curado de los productos cárnicos. En *Manual de*

- Industrias de la Carne.* (págs. 57-66). Mundi Prensa.
- RODRIGUEZ, G. (1983). *Manual de Diseño Industrial.* México: G. Gili, S.A. de C.V.
- Rodríguez, J. C. (1980). *Procedimiento General para la Fabricación y Montaje de Tanques de Almacenamiento.* Tampico, Tamps.
- Swedish pressure vessel commission. (1967). *Swedish Pressure Vessel Code: Calculation of the Strength of Pressure Vessels.* Swedish pressure vessel commission.
- Taylor, M. M. (2006). Use of enzymatically modified gelatin and casein as fillers in leather processing. *Journal of the American Leather Chemists Association*, 169-178.
- The American Society of Mechanical Engineers. (2013). *ASME Boiler and Pressure Vessel Committee on Pressure Vessels.* New York: THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS.
- Treybal, R. E. (1994). *Operaciones de Transferencia de Masa.* McGraw-Hill.
- Valdés, F. &. (2007). *Microcontroladores fundamentos y aplicaciones con PIC (Vol. 1149).* Marcombo.
- van Driel-Murray, C. (2008). Tanning and leather. En *The Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World.* John Peter Oleson.
- Vásquez Paniagua, J. A. (2009). *Metodología para implementar un modelo de responsabilidad social empresarial (RSE) en la industria de la curtiembre en Colombia.* Contabilidad y Negocios.
- Vince, T. B. (2020). PLC Universal Hardware in the Loop System Based on ATmega2560. En *In 2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP)* (págs. 1-4). IEEE.

# ANEXO





**ANEXO I –****MSDS 1 Fenol****SECCIÓN 1: IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA / MEZCLA Y DE LA COMPAÑÍA / EMPRESA****1.1.1 identificación del producto.**

Nombre comercial: Fenol.

Caracterización Química:  $C_6H_6O$

Sinónimos: Phenol, Hidroxibenceno.

Numero de Cas: 108-95-2

**1.1.2 Usos pertinentes de la sustancia o mezcla.**

Usos generales: Manufactura, proceso y distribución de sustancias y mezclas. Uso en laboratorios. Usos en recubrimientos. Utilizar como carpetas y agentes de liberación. Producción y procesamiento de caucho. Fabricación de polímeros. Procesamiento de polímeros. Procesamiento de resina fenólica (usos de usuarios de resinas fenólicas aguas abajo).

**1.1.3 Detalles del proveedor de la ficha de seguridad.**

Nombre de la compañía:	Resirene, S.A. de C.V.
Dirección:	Carretera Federal Puebla Tlaxcala Km. 15.5
Ciudad, estado, CP:	Xicohtzinco, Xicohtzinco, Tlaxcala, 90780
Sitio web:	<a href="http://www.resirene.com">www.resirene.com</a>
Teléfono:	52 1 (222) 223 3100

**SECCIÓN 2: IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS****1.2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla**

Clasificación SGA de acuerdo con 29 CFR 1910 (OSHA HCS).

Toxicidad aguda, Oral (Categoría 3), H301

Toxicidad aguda, Inhalación (Categoría 3), H331

Toxicidad aguda, Cutáneo (Categoría 3), H311

Corrosiones cutáneas (Categoría 1B), H314

Lesiones oculares graves (Categoría 1), H318

Mutagenicidad en células germinales (Categoría 2), H341

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

Toxicidad acuática aguda (Categoría 3), H402

Toxicidad acuática crónica (Categoría 2), H411

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

### 1.2.2 Elementos de etiqueta

#### Etiquetado (SGA)



Palabra: **Peligro**

#### GHS Indicaciones de peligro

H301 + H311 + H331 Tóxico en caso de ingestión, contacto con la piel o inhalación.

H314 Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.

H341 Se sospecha que provoca defectos genéticos.

H373 Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas.

H402 Nocivo para los organismos acuáticos.

H411 Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

Declaración(es) de prudencia

P201 Pedir instrucciones especiales antes del uso.

P202 No manipular la sustancia antes de haber leído y comprendido todas las instrucciones de seguridad.

P260 No respirar polvos/ humos/ gases/ nieblas/ vapores/ aerosoles.

P264 Lavarse la piel concienzudamente tras la manipulación.

P270 No comer, beber ni fumar durante su utilización.

P271 Utilizar únicamente en exteriores o en un lugar bien ventilado.

P273 Evitar su liberación al medio ambiente.

P280 Llevar guantes/ prendas/ gafas/ máscara de protección.

P301 + P310 + P330 EN CASO DE INGESTIÓN: Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/médico. Enjuagarse la boca.

P301 + P330 + P331 EN CASO DE INGESTIÓN: Enjuagarse la boca. NO provocar el vómito.

P303 + P361 + P353 EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitar inmediatamente todas las prendas contaminadas. Aclararse la piel

con agua/ ducharse.

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 + P310 EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Aclarar cuidadosamente con agua durante varios minutos. Quitar las lentes de contacto, si lleva y resulta fácil. Seguir aclarando. Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA/médico.

P308 + P313 EN CASO DE exposición manifiesta o presunta: Consultar a un médico.

P362 Quitarse las prendas contaminadas y lavarlas antes de volver a usarlas.

P391 Recoger el vertido.

P403 + P233 Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantener el recipiente cerrado herméticamente.

P405 Guardar bajo llave.

P501 Eliminar el contenido/ el recipiente en una planta de eliminación de residuos autorizada.

### 1.2.3 Peligros no clasificados de otra manera

Vesicante. Rápida absorción a través de la piel.

## SECCIÓN 3: COMPOSICIÓN/ INFORMACIÓN DE LOS INGREDIENTES

### 1.3.1 Sustancias.

Componente	CAS	% (Wt/Wt)
Fenol	108-95-2	99 – 100 %

## SECCIÓN 4: PRIMEROS AUXILIOS

### 1.4.1 Descripción de los primeros auxilios

#### Recomendaciones generales

Retire a la persona de la zona peligrosa. Consultar a un médico. Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio.

#### Si es inhalado

Si aspiró, mueva la persona al aire fresco. Si ha parado de respirar, hacer la respiración artificial. Consultar a un médico.

#### En caso de contacto con la piel

Quítese inmediatamente la ropa y zapatos contaminados. Eliminar lavando con jabón y mucha agua. Llevar al afectado en seguida a un hospital. Consultar a un médico.

**En caso de contacto con los ojos**

Lávese a fondo con agua abundante durante 15 minutos por lo menos y consulte al médico. Continuar lavando los ojos durante el transporte al hospital.

**Por ingestión**

No provocar el vómito. Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua. Consultar a un médico.

**1.4.2 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

**1.4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente**

Sin datos disponibles

**SECCIÓN 5: MEDIDAS CONTRA INCENDIOS****1.5.1 Medios de extinción**

Medios de extinción apropiados

Usar agua pulverizada, espuma resistente al alcohol, polvo seco o dióxido de carbono.

**1.5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla**

Sin datos disponibles

**1.5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios**

Si es necesario, usar equipo de respiración autónomo para la lucha contra el fuego.

**1.5.4 Otros datos**

Sin datos disponibles

**SECCIÓN 6: MEDIDAS DE LIBERACIÓN DE ACCIDENTES****1.6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia**

Usar protección respiratoria. Evitar respirar los vapores, la neblina o el gas. Asegúrese una ventilación apropiada.

Evacuar el personal a zonas seguras.

Equipo de protección individual, ver sección 8.

**1.6.2 Precauciones relativas al medio ambiente**

Impedir nuevos escapes o derrames si puede hacerse sin riesgos. No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado. La descarga en el ambiente debe ser evitada.

**1.6.3 Métodos y material de contención y de limpieza**

Empapar con material absorbente inerte y eliminar como un desecho especial. Guardar en contenedores apropiados y cerrados para su eliminación.

#### **1.6.4 Referencia a otras secciones**

Para eliminación de desechos ver sección 13.

### **SECCIÓN 7: MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO**

#### **1.7.1 Precauciones para una manipulación segura**

Evítese el contacto con los ojos y la piel. Evitar la inhalación de vapor o neblina. Ver precauciones en la sección 2.2

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

Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado. Los contenedores que se abren deben volverse a cerrar cuidadosamente y mantener en posición vertical para evitar pérdidas.

Temperatura de almacenaje recomendada 2 - 8 °C

Manipular y almacenar en atmósfera inerte. Sensible a la luz.

Clase de almacenamiento (TRGS 510): 6.1B: Materiales peligrosos muy tóxicos, no combustibles/ tóxicos agudos Cat. 1 y 2

### **SECCIÓN 8: CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL**

#### **1.8.1 Parámetros de control**

TWA 5ppm. Valores límite (TLV) de la ACGIH, USA

Observaciones.

Deterioro del sistema nervioso central

Irritación del tracto respiratorio superior

Daño pulmonar

Las sustancias para las que existe un Índice de Exposición

Biológica o índices (véase la sección BEI ®)

No clasificados como cancerígenos en humanos

Riesgo de absorción cutánea

TWA 5 ppm 19 mg/m<sup>3</sup> Límites de exposición recomendados de NIOSH, EE.UU.

Potencial para la absorción cutánea C 15.6 ppm, 60 mg/m<sup>3</sup>

Límites de exposición recomendados de NIOSH, EE.UU.

Potencial para la absorción cutánea 15 minutos de valor límite máximo

---

---

Límites biológicos de exposición profesional.

Aromatic compound - Fenol 250mg/g creatinina

Orina ACGIH – Índices Biológicos de Exposición (BEI)

Observaciones al final del turno (Tan pronto como sea posible después de que cese la exposición)

### **1.8.2 Controles de exposición**

#### **Controles técnicos apropiados**

Evitar el contacto con la piel, ojos y ropa. Lávense las manos antes de los descansos e inmediatamente después de manipular la sustancia.

#### **Protección personal:**

Protección de los ojos/ la cara

Gafas de seguridad ajustadas al contorno del rostro. Visera protectora (mínimo 20 cm). Use equipo de protección para los ojos probado y aprobado según las normas gubernamentales correspondientes, tales como NIOSH (EE.UU.) o EN 166 (UE).

#### **Protección de la piel:**

Manipular con guantes. Los guantes deben ser inspeccionados antes de su uso. Utilice la técnica correcta de quitarse los guantes (sin tocar la superficie exterior del guante) para evitar el contacto de la piel con este producto. Deseche los guantes contaminados después de su uso, de conformidad con las leyes aplicables y buenas prácticas de laboratorio. Lavar y secar las manos.

#### **Sumersión**

Material: goma butílica

espesura mínima de capa: 0.3 mm

Tiempo de penetración: 480 min

Material probado: Butoject® (KCL 897 / Aldrich Z677647, Talla N/A)

Salpicaduras

Material: Caucho nitrilo

Espesura mínima de capa: 0.11 mm

Tiempo de penetración: 120 min

Material probado: Dermatrill® (KCL 740 / Aldrich Z677272, Talla N/A)

Origen de datos: KCL GmbH, D-36124 Eichenzell,

Teléfono +49 (0)6659 87300, e-mail sales@kcl.de,

Método de prueba: EN374

Si es utilizado en solución, o mezclado con otras sustancias, y bajo condiciones diferentes de la EN 374, ponerse en contacto con el proveedor

de los guantes aprobados CE. Esta recomendación es meramente aconsejable y deberá ser evaluada por un responsable de seguridad e higiene industrial familiarizado con la situación específica de uso previsto por nuestros clientes. No debe interpretarse como una aprobación de oferta para cualquier escenario de uso específico.

**Protección Corporal:**

Traje de protección completo contra productos químicos, El tipo de equipamiento de protección debe ser elegido según la concentración y la cantidad de sustancia peligrosa al lugar específico de trabajo.

**Protección respiratoria:**

Donde el asesoramiento de riesgo muestre que los respiradores purificadores toda la cara con combinación multipropósito (EE. UU.) o tipo ABEK (EN 14387 ingeniería. Si el respirador es la única protección, usar un respirador s Usar respiradores y componentes testados y aprobados bajo los estándares gubernamentales apropiados como NIOSH (EE. UU.) o CEN (UE)

**Control de exposición ambiental:**

Impedir nuevos escapes o derrames si puede hacerse sin riesgos. No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado. La descarga en el ambiente debe ser evitada.

## **SECCIÓN 9: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS**

### **1.9.1 Información en base a las propiedades físicas y químicas.**

- a) Aspecto Forma: líquido
- b) Olor: Sin datos disponibles
- c) Umbral olfativo: Sin datos disponibles
- d) pH: Sin datos disponibles
- e) Punto de fusión/ punto de congelación  
Punto/intervalo de fusión: 40 - 42 °C (104 - 108 °F)
- f) Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición 182 °C (360 °F) a 1,013hPa (760 mmHg)
- g) Punto de inflamación 79 °C (174 °F) - copa cerrada
- h) Tasa de evaporación Sin datos disponibles
- i) Inflamabilidad (sólido, Sin datos disponibles gas)
- j) Inflamabilidad superior/inferior o límites explosivos  
Límite superior de explosividad: 8.6 %(V)

Límite inferior de explosividad: 1.7 %(V)

k) Presión de vapor 0.48 hPa (0.36 mmHg) a 20 °C (68 °F) 6.203 hPa (4.653 mmHg) a 55 °C (131 °F)

l) Densidad de vapor Sin datos disponibles

m) Densidad relativa 1.07 g/cm<sup>3</sup> a 25 °C (77 °F)

n) Solubilidad en agua Sin datos disponibles

o) Coeficiente de reparto n-octanol/agua: Sin datos disponibles

p) Temperatura de autoinflamación: 715 °C (1,319 °F)

q) Temperatura de descomposición: Sin datos disponibles

r) Viscosidad: Sin datos disponibles

s) Propiedades explosivas: Sin datos disponibles

t) Propiedades comburentes: Sin datos disponibles

### **1.9.2 Otra información de seguridad**

Sin datos disponibles

## **SECCIÓN 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD**

### **1.10.1 Reactividad**

Sin datos disponibles

### **1.10.2 Estabilidad química**

Estable bajo las condiciones de almacenamiento recomendadas.

### **1.10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas**

Sin datos disponibles

### **1.10.4 Condiciones que deben evitarse**

Sin datos disponibles

### **1.10.5 Materiales incompatibles**

Bases fuertes, Agentes oxidantes fuertes, Ácidos fuertes

### **1.10.6 Productos de descomposición peligrosos**

Productos de descomposición peligrosos formados en condiciones de incendio. - Óxidos de carbono

## **SECCIÓN 11: INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA**

### **1.11.1 Información sobre los efectos toxicológicos**

#### **Toxicidad aguda**

Sin datos disponibles

Inhalación: Sin datos disponibles

Cutáneo: Sin datos disponibles

Sin datos disponibles



**Corrosión o irritación cutáneas**

Sin datos disponibles

**Lesiones o irritación ocular graves**

Sin datos disponibles

**Sensibilización respiratoria o cutánea**

Sin datos disponibles

**Mutagenicidad en células germinales**

Sin datos disponibles

**Carcinogenicidad**

IARC: No component of this product present at levels greater than or equal to 0.1% is identified as probable, possible or confirmed human carcinogen by IARC.

NTP: En este producto no se identifica ningún componente, que presente niveles mayores que o iguales a 0.1%, como agente carcinógeno conocido o anticipado por el (NTP) Programa Nacional de Toxicología.

OSHA: Ningún componente de este producto está presente en niveles superiores o iguales al 0,1 % por lo que no se encuentra en la lista de OSHA de carcinógenos regulados.

**Toxicidad para la reproducción**

Sin datos disponibles

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

Sin datos disponibles

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

Sin datos disponibles

**Peligro de aspiración**

Sin datos disponibles

**Información Adicional**

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  
Estómago - Irregularidades - Con base en la evidencia humana

**SECCIÓN 12: INFORMACION ECOLOGICA**

**1.12.1 Toxicidad**

Sin datos disponibles

**1.12.2 Persistencia y degradabilidad**

Sin datos disponibles

**1.12.3 Potencial de bioacumulación**

Sin datos disponibles

**1.12.4 Movilidad en el suelo**

Sin datos disponibles

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

La valoración de PBT / mPmB no está disponible ya que la evaluación de la seguridad química no es necesaria / no se ha realizado

**1.12.6 Otros efectos adversos**

No se puede excluir un peligro para el medio ambiente en el caso de una manipulación o eliminación no profesional.

Tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

**SECCIÓN 13: CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN**

**1.13.1 Información sobre eliminación de desechos**

**Producto**

Para la eliminación de este producto, dirigirse a un servicio profesional autorizado. Ofertar el sobrante y las soluciones no-aprovechables a una compañía de vertidos acreditada.

**Envases contaminados**

Eliminar como producto no usado.

**SECCIÓN 14: INFORMACIÓN DE TRANSPORTACIÓN**

**1.14.1 Número ONU y nombre de envío apropiado**

Por carretera (ADR/RID)

Número UN: 1671

**1.14.2 Designación oficial de transporte de las Naciones**

Nombre de envío correcto: PHENOL, SOLUTION

Número UN: 2821

Clase de peligro: 6.1

Grupo de embalaje: PGII

Códigos de etiqueta: 6.1

Disposición especial: IB2, T7, TP2

Exenciones de embalaje: 153; No a granel: 202; A granel: 243

Limitaciones de calidad: avión / tren de pasajeros: 5L; Aviones de carga solamente: 60L

Ubicación de la estiba del buque: A

**1.14.3 Departamento de trasportación – Fenol sólido**

Nombre de envío correcto: FENOL, SÓLIDO

Número UN: 1671

Clase de peligro: 6.1

Grupo de embalaje: PGII

Códigos de etiqueta: 6.1

Disposición especial: B14, T7, TP3

Exenciones de empaque: ninguna; No a granel: 212; A granel: 243

Limitaciones de calidad: aviones de pasajeros: prohibidos; Aviones de carga solamente: prohibido

Lugar de almacenamiento de la embarcación: B; 40

#### **1.14.4 Departamento de Transporte - Phenol Fundido**

Nombre de envío correcto: PHENOL, MOLTEN

Número UN: 2312

Clase de peligro: 6.1

Grupo de embalaje: PGII

Códigos de etiqueta: 6.1

Disposición especial: IB8, IP2, IP4, N78, T3, TP33

Exenciones de embalaje: 153; No a granel: 212; A granel: 242

Limitaciones de calidad: aviones de pasajeros: 25 kg; Aviones de carga solamente: 100 kg

Ubicación de la estiba del buque: A

### **SECCIÓN 15: INFORMACIÓN REGLAMENTARIA**

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

Enumerado en el Registro de contaminación y transferencia industrial (RETC).

### **SECCIÓN 16: OTRA INFORMACIÓN**

#### **1.16.1 National Fire Protection Association (NFPA)**



Clasificación de riesgo NFPA

Salud: 4 (Grave)

Fuego: 2 (Moderado)

Reactividad: 0 (Mínimo)

Advertencias especiales: ninguna

## **MSDS 2 Ácido clorhídrico**

### **SECCIÓN 1: IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA / MEZCLA Y DE LA COMPAÑÍA / EMPRESA**

#### **2.1.1 identificación del producto.**

Nombre comercial: ácido clorhídrico.

Caracterización Química: HCl

Sinónimos: ácido muriático, espíritu de sal, ácido marino, ácido de sal, ácido hidroc্লórico

Numero de Cas: 7647-01-0

#### **2.1.2 Usos pertinentes de la sustancia o mezcla.**

Usos generales: El decapado del acero, la acidificación de pozos de petróleo, la fabricación de alimentos, la producción de cloruro de calcio y el tratamiento de minerales. Producto químico de laboratorio uso analítico y de laboratorio. Ajuste de pH

#### **2.1.3 Detalles del proveedor de la ficha de seguridad.**

Nombre de la compañía: IQUISA SANTA CLARA, S.A. DE C.V.

Dirección: Km 16.5 Vía Morelos Col. Santa Clara

Ciudad, estado, CP: Ecatepec, EDOMEX, 55540

Sitio web: <http://www.cydsa.com>

Teléfono: +52 01(55) 569 92460

### **SECCIÓN 2: IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS**

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

H290 Puede ser corrosiva para los metales

H314 Provoca Graves quemaduras en la piel y lesiones oculares

H318 Provoca Lesiones oculares graves

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

H401 Tóxico para los organismos acuáticos, Categoría 2

#### **2.2.2 Elementos de etiqueta**

##### **Etiquetado (SGA)**



Palabra: Peligro

### **GHS Indicaciones de peligro**

H290 Sustancias y mezclas corrosivas para los metales

H314 Corrosión/irritación cutánea, Categoría 1A

H318 Lesiones oculares graves/irritación ocular, Categoría 1

H335 Toxicidad específica en órganos blanco (exposición única); irritación de las vías respiratorias

H401 Tóxico para los organismos acuáticos, Categoría 2

P103 Leer la etiqueta antes del uso

P260 No respirar el polvo/ el humo/ el gas/ la niebla/ los vapores/ el aerosol.

P262 Evitar todo contacto con los ojos, la piel o la ropa

P280 Usar guantes / ropa de protección / equipo de protección para la cara / los ojos

P284 En caso de ventilación insuficiente, llevar equipo de protección respiratoria

P302 + P352 En caso de contacto con la piel, lavar con abundante agua al menos durante 15 minutos.

P304 + P340 En caso de inhalación, transportar la persona al aire libre y mantenerla en una posición que le facilite la respiración.

P301 + P330 + P331 En caso de ingestión, enjuagar la boca. No provocar el vómito

P303 + P361 + P353 En caso de contacto con la piel o el pelo, quitar inmediatamente toda la ropa contaminada. Enjuagar la piel con agua o ducharse

P420 Almacenar separadamente de materiales incompatibles

P406 Almacenar en un recipiente resistente a la corrosión/en un recipiente con revestimiento interior resistente

P403 + P233 Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantener el recipiente cerrado herméticamente.

### **2.2.3 Peligros no clasificados de otra manera**

Ninguno.

### SECCIÓN 3: COMPOSICIÓN/ INFORMACIÓN DE LOS INGREDIENTES

#### 2.3.1 Sustancias.

Componente	CAS	% (Wt/Wt)
Ácido clorhídrico	7647-01-0	37 %
Agua	7732-18-5	63 %

### SECCIÓN 4: PRIMEROS AUXILIOS

#### 2.4.1 Descripción de los primeros auxilios

##### Recomendaciones generales

Evite la exposición al producto, tomando las medidas de protección adecuadas. Consulte al médico, llevando la hoja de datos de seguridad.

##### Si es inhalado

Inicio de manejo de la vía aérea con dispositivos de oxigenoterapia a flujos altos, con oxígeno húmedo durante el tiempo que sea necesario, revalorar la vía aérea cada 10 minutos. Valorar manejo avanzado de la vía aérea. Traslade de inmediato a medio hospitalario.

##### En caso de contacto con la piel

Lave la zona afectada con abundante agua corriente durante al menos 20 minutos. Retire la ropa y accesorios contaminados bajo el agua corriente. En caso de presentarse quemaduras consiga atención médica inmediatamente.

Si se tiene disponible aplique Diphotérine (Ver sección 16.2) en aerosol o solución en la zona contaminada de acuerdo con las instrucciones de uso.

##### En caso de contacto con los ojos

Cumplimiento de medidas generales

Iniciar enjuague con agua corriente por lo menos durante 30 minutos si persiste la irritación, repita el enjuague.

En caso de quemaduras consiga atención médica.

Valorar el ingreso hospitalario, el uso de antibióticos, analgésicos y antiinflamatorios.

Valorara oclusión de ambos ojos.

Revaloración cada 24 horas a cargo de la oftalmología

No usar en ningún caso antídotos, soluciones neutralizantes o remedios caseros.

##### Por ingestión

No provocar el vómito. Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua. Traslade de inmediato a medio hospitalario. Durante el traslado si la víctima está alerta enjuáguele la boca y proporcione 250 mililitros de agua cada 5 minutos durante 20

---

---

minutos, si ocurre un vómito espontáneo, haga que la víctima se incline hacia adelante con la cabeza hacia abajo para evitar que aspire el vómito, enjuáguele la boca.

#### **2.3.4 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados**

Los efectos corrosivos en la piel y los ojos pueden presentarse en forma tardía y el daño puede ocurrir sin sensación o inicio del dolor. La exposición a altas concentraciones puede conducir rápidamente a la hinchazón y al espasmo de la garganta y producir sofocación o incluso la muerte. Las personas expuestas más seriamente presentan rápidamente respiración acelerada, coloración azul de la piel y estrechamiento de los bronquios. Las exposiciones severas pueden desarrollar una acumulación de fluido en los pulmones

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

Este producto puede causar neumonitis severa si se aspira. Si la ingestión ocurrió hace menos de 2 horas, realice un lavado gástrico cuidadoso; utilice un tubo endotraqueal para evitar la aspiración. Vigile que el paciente no tenga dificultad respiratoria debida a una neumonitis por aspiración. Proporcione Resucitación artificial y una quimioterapia adecuada si se deprime la respiración. Después de la exposición, el paciente debe permanecer bajo supervisión médica durante un mínimo de 48 horas ya que puede ocurrir una neumonitis tardía. NO INTENTE neutralizar el ácido con bases débiles ya que la reacción producirá calor, el cual puede extender la lesión corrosiva. Es esencial un apego estricto a las medidas de primeros auxilios después de cualquier exposición. LA RAPIDEZ ES ESENCIAL BUSQUE ATENCIÓN MÉDICA INMEDIATAMENTE

### **SECCIÓN 5: MEDIDAS CONTRA INCENDIOS**

#### **2.5.1 Medios de extinción**

Utilice equipo de aire autónomo de presión positiva (SCBA). Utilice ropa protectora que esté específicamente recomendada por el fabricante. Esta puede proporcionar poca o ninguna protección térmica. El traje de protección estructural de los bomberos provee protección limitada únicamente en situaciones de incendio; éste no es efectivo en situaciones donde ocurra un derrame Debe utilizarse rocío de agua, en cantidades abundantes, para enfriar recipientes expuestos al fuego. Extinga el fuego circundante utilizando el agente apropiado. Utilice agua, en cantidades abundantes, en forma de niebla. Puede utilizarse rocío de agua para

---

---

derribar el vapor que esté escapando. Aplique el agua desde una distancia lejana, tanto como sea posible. La mayoría de las espumas reaccionan con el material y despiden gases corrosivos/tóxicos.

### **2.5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla**

El ácido clorhídrico no es inflamable, sin embargo, existe el riesgo de fuego latente o explosión debido a la generación de gas hidrógeno cuando el ácido entra en contacto con metales, el hidrógeno, un gas altamente inflamable puede acumularse en concentraciones explosivas dentro de tambores o cualquier tipo de recipiente o tanque de acero durante el almacenaje.

### **2.5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios**

Si existe riesgo de contacto con el producto, la ropa protectora normal para bomberos puede no proporcionar una protección adecuada. Puede ser necesaria ropa resistente a químicos (es decir, un traje contra salpicaduras químicas) y un aparato de respiración autónoma de presión positiva (aprobado por MSHA/NIOSH o su equivalente). La ropa de protección química puede proporcionar poca o ninguna protección térmica.

### **2.5.4 Otros datos**

Sin datos disponibles

## **SECCIÓN 6: MEDIDAS DE LIBERACIÓN DE ACCIDENTES**

### **2.6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia**

Usar protección respiratoria. Evitar respirar los vapores, la neblina o el gas. Asegúrese una ventilación apropiada.

Evacuar el personal a zonas seguras.

Equipo de protección individual, ver sección 8.

### **2.6.2 Precauciones relativas al medio ambiente**

Cuando el ácido clorhídrico es derramado en el suelo, ocurrirá una evaporación extensa y además iniciará su infiltración al subsuelo. La presencia de agua en el suelo tendrá influencia sobre la velocidad de movimiento del químico en el suelo. Durante el transporte a través del suelo, el ácido clorhídrico disolverá parte del material del suelo, en particular el que tenga base de carbonato. El ácido se neutralizará hasta cierto grado. Sin embargo, se espera que queden cantidades significativas de ácido para transportarse hacia los mantos fríasicos. El cloruro de hidrógeno en agua se disocia casi completamente, ya que el Ion hidrógeno es capturado por las moléculas de agua para formar el Ion hidronio. Está considerado como un contaminante común del aire. CONSIDERACIONES



---

---

PARA LA DISPOSICION No disponga los residuos con la basura normal, ni en los sistemas de drenaje. Lo que no se pueda salvar para recuperación o reciclaje, incluyendo los recipientes, debe manejarse en instalaciones adecuadas y con aprobación oficial para la disposición de desechos. El procesamiento, uso o contaminación de este producto puede cambiar las opciones de manejo de residuos. Revise los requisitos federales, estatales y locales antes de la disposición de los residuos sugeridos: NOM-052-SEMARNAT-2005: Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de estos y los límites que hacen a un residuo peligroso.

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

Restrinja el acceso al área hasta que se termine la limpieza. Asegúrese de que la limpieza sea efectuada por personal capacitado. Utilice equipo de protección personal adecuado. No toque los contenedores dañados o el material derramado, a menos que esté utilizando la ropa protectora adecuada. Detenga la fuga, en caso de poder realizarlo sin riesgo.

### **2.6.4 Referencia a otras secciones**

Para eliminación de desechos ver sección 13.

## **SECCIÓN 7: MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO**

### **2.7.1 Precauciones para una manipulación segura**

Evítese el contacto con los ojos y la piel. Evitar la inhalación de vapor o neblina. Ver precauciones en la sección 2.2

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

Almacénelo en un área fresca, seca y bien ventilada. El ácido no debe ser almacenado cerca de sustancias inflamables u oxidantes, orgánicos, álcalis o cerca de metales (pueden ser atacados por el ácido y reaccionar produciendo gases inflamables). Utilice materiales estructurales y sistemas de iluminación y ventilación resistentes a la corrosión en el área de almacenaje. Utilice recipientes que estén etiquetados con seguridad y protegidos contra daños. Los tanques para almacenaje deben estar pintados con un material resistente al ácido. Utilice equipo de transferencia resistente a la corrosión cuando lo esté distribuyendo. Limite la cantidad de material almacenado. Restrinja el acceso al área de almacenaje. Coloque letreros de advertencia como sea necesario. Mantenga el área de almacenaje separada de las áreas de trabajo donde haya gente. Inspeccione periódicamente para revisar que no haya fallas, como daños o fugas. Los tanques de almacenaje deben estar sobre el nivel del suelo y rodeados con diques capaces de contener toda su capacidad. El equipo eléctrico debe ser a prueba de flama y protegido contra la acción corrosiva.

---

---

Debe almacenarse a temperatura ambiente o menor. Ninguna parte del recipiente para almacenamiento debe estar sujeta a temperaturas mayores a 52 °C. Las áreas para almacenamiento deben estar bien ventiladas, contar con pisos resistentes a la acción del ácido, tener drenaje hacia un tanque de recuperación y contar con protección contra los rayos directos del sol y de alguna otra fuente de calor.

## **SECCIÓN 8: CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL**

### **2.8.1 Parámetros de control**

La ERPG-1 Es la máxima concentración en el aire por debajo de la cual se cree que todas las personas podrían exponerse durante un máximo de una hora sin experimentar más que efectos adversos a la salud ligeros y transitorios, o percibir un olor claramente definido al cual puedan objetar. La ERPG-2 Es la máxima concentración en el aire por debajo de la cual se cree que casi todas las personas podrían exponerse durante un máximo de una hora sin experimentar ni desarrollar efectos irreversibles o serios a su salud, otros efectos o síntomas serios para su salud, los cuales podrían impedir la habilidad de la persona para emprender una acción protectora. La ERPG-3 Es la máxima concentración en el aire por debajo de la cual se cree que casi todas las Personas podrían exponerse durante un máximo de una hora sin experimentar ni desarrollar efectos de salud que pongan en riesgo sus vidas.

### **2.8.2 Controles de exposición**

#### **Controles técnicos apropiados**

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. Disponer de traje resistente al producto para usar en caso de emergencia. Los equipos de protección personal para el cuerpo se deben seleccionar en base a las tareas a ejecutar y a los riesgos involucrados. Protéjase los ojos, cara y piel del contacto con el producto.

#### **Protección personal:**

Protección de los ojos/ la cara

Gafas de seguridad ajustadas al contorno del rostro. Visera protectora (mínimo 20 cm En caso de formarse vapores/aerosoles, usar equipo

respiratorio adecuado. Filtro E (HCl). Filtro P (HCl)

**Protección de la piel:**

Manipular con guantes de PVC, nitrilo o butilo. Los guantes deben ser inspeccionados antes de su uso. Utilice la técnica correcta de quitarse los guantes (sin tocar la superficie exterior del guante) para evitar el contacto de la piel con este producto. Deseche los guantes contaminados después de su uso, de conformidad con las leyes aplicables y buenas prácticas de laboratorio. Lavar y secar las manos.

**Protección Corporal:**

Utilice traje antiácido completo para reparaciones de derrames de sosa sólida o líquida.

**Protección respiratoria:**

Un respirador purificador de aire aprobado por NIOSH/MSHA equipado con cartuchos para rocío ácido en concentraciones de hasta 10 veces el TLV. Use un respirador de aire si las concentraciones son más elevadas o desconocidas.

**Control de exposición ambiental:**

Para información sobre la eliminación, véase la sección 13.

## **SECCIÓN 9: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS**

### **2.9.1 Información en base a las propiedades físicas y químicas.**

- a) Aspecto Forma: líquido
- b) Olor: Picante, sofocante
- c) Umbral olfativo: Sin datos disponibles
- d) pH: <1
- e) Punto de fusión/ punto de congelación  
Punto/intervalo de fusión: - 45 °C
- f) Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición 81-84 °C a 1,013hPa (760 mmHg)
- g) Punto de inflamación: NA, no es combustible
- h) Tasa de evaporación: 100
- i) Inflamabilidad (sólido, Sin datos disponibles gas)
- j) Inflamabilidad superior/inferior o límites explosivos  
Límite superior de explosividad: NA, no es combustible  
Límite inferior de explosividad: NA, no es combustible
- k) Presión de vapor 25 mmHg a 20 °C

- l) Densidad de vapor Sin datos disponibles
- m) Densidad relativa: 1.1600 a 15.5 °C
- n) Solubilidad en agua: Miscible con agua
- o) Coeficiente de reparto n-octanol/agua: Sin datos disponibles
- p) Temperatura de autoinflamación: NA, no es combustible
- q) Temperatura de descomposición: Sin datos disponibles
- r) Viscosidad: Sin datos disponibles
- s) Propiedades explosivas: NA, no es combustible
- t) Propiedades comburentes: Sin datos disponibles

### **2.9.2 Otra información de seguridad**

Sin datos disponibles

## **SECCIÓN 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD**

### **2.10.1 Reactividad**

No hay peligro de reactividad distintos de los que se describen a continuación

### **2.10.2 Estabilidad química**

Estable bajo condiciones normales de uso y almacenamiento.

### **2.10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas**

El ácido clorhídrico reacciona rápidamente, y algunas veces violentamente, con óxidos de metal, algunos compuestos orgánicos y materiales alcalinos (Ejemplo: sosa cáustica). Inclusive, pueden ser generados gases venenosos por la reacción con hipocloritos, sulfuros y cianuros. El contacto con metales puede producir gas de hidrógeno inflamable. Cuando lo diluya, agregue el ácido al agua. NO AGREGUE agua al ácido. NOTA: El ácido clorhídrico es altamente corrosivo para la mayoría de los metales.

### **2.10.4 Condiciones que deben evitarse**

Evite el contacto con metales ya que puede causar la generación de concentraciones inflamables de hidrógeno gas. Evite el calor, llamas, chispas y otras fuentes de ignición.

### **2.10.5 Materiales incompatibles**

Metales, agua, óxidos de metal, algunos compuestos orgánicos y materiales alcalinos, hipocloritos, sulfuros y cianuros

### **2.10.6 Productos de descomposición peligrosos**

Cuando se calienta hasta la descomposición, emite vapores tóxicos de cloruro de hidrógeno. Reacciona violentamente con oxidantes formando cloro gas.

---

---

## SECCIÓN 11: INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

### 2.11.1 Información sobre los efectos toxicológicos

La severidad de los efectos depende de la concentración de la solución y la duración del contacto. En general, las soluciones y los rocíos de HCl con un pH de 3 o menos son un problema importante para la salud.

**Inhalación:** El gas de ácido clorhídrico es intensamente irritante para las membranas mucosas de la nariz, garganta y tracto respiratorio. Exposiciones breves de hasta 35 ppm causan irritación de garganta y niveles de 50 a 100 ppm son apenas tolerables por 1 hora. El mayor impacto es en el tracto respiratorio superior.

**Cutáneo:** Las soluciones concentradas pueden causar dolor, así como profundas y severas quemaduras de la piel y membranas mucosas

#### **Lesiones o irritación ocular graves**

Dolor, lagrimeo, irritación severa con daño corneal, lo cual puede resultar en un deterioro permanente de la visión, pudiendo llegar a la ceguera.

#### **Sensibilización respiratoria o cutánea**

El rocío puede irritar la nariz y la garganta

#### **Mutagenicidad en células germinales**

Sin datos disponibles

#### **Carcinogenicidad**

No está clasificado como carcinógeno para los humanos.

#### **Toxicidad para la reproducción**

Los riesgos reproductivos para los humanos no son conocidos

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

Sin datos disponibles

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

Sin datos disponibles

## SECCIÓN 12: INFORMACION ECOLOGICA

### 2.12.1 Toxicidad

Toxicidad en peces:

LC100 Trucha 10mg/L / 24hr

LC50 Camarón 100 a 330ppm/48hr (agua salada)

LC50 Estrella de mar 100 a 330 mg/L / 48 hr

TLm Pez mosquito 282 ppm/ 96hr (agua fresca)

LC50 Pez dorado 178 mg/L (de una a dos horas de sobre vivencia)

LC50 Cangrejo de playa 240 mg/L / 48 hr

### 2.12.2 Persistencia y degradabilidad

Sin datos disponibles

---

---

### **2.12.3 Potencial de bioacumulación**

Cuando el ácido clorhídrico es derramado en el suelo, ocurrirá una evaporación extensa y, además, iniciará su infiltración al subsuelo.

### **2.12.4 Movilidad en el suelo**

Durante el transporte a través del suelo, el ácido clorhídrico disolverá parte del material del suelo, en particular el que tenga base de carbonato.

### **2.12.5 Resultados de la valoración PBT y mPmB**

La valoración de PBT / mPmB no está disponible ya que la evaluación de la seguridad química no es necesaria / no se ha realizado

### **2.12.6 Otros efectos adversos**

En general su efecto es importante en la zona de vertido y de forma aguda. Su efecto a largo plazo no es tan importante si el vertido no es frecuente. El tratamiento es la neutralización.

## **SECCIÓN 13: CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN**

### **2.13.1 Información sobre eliminación de desechos**

#### **Producto**

Para la eliminación de este producto, dirigirse a un servicio profesional autorizado. Ofertar el sobrante y las soluciones no-aprovechables a una compañía de vertidos acreditada.

#### **Envases contaminados**

Eliminar como producto no usado.

## **SECCIÓN 14: INFORMACIÓN DE TRANSPORTACIÓN**

### **2.14.1 Número ONU y nombre de envío apropiado**

Por carretera (ADR/RID)

Número UN: 1789

### **2.14.2 Designación oficial de transporte de las Naciones**

Nombre de envío correcto: Ácido Clorhídrico

Número UN: 1789

Clase de peligro: 8

Clasificación OSHA: Peligroso de acuerdo con la definición de la Norma de Comunicación de

Peligros.

Estado de inventario TSCA: Si

Categorías de riesgo SARA:

AGUDO: Si

CRÓNICO: No  
INCENDIO: No  
REACTIVO: Si  
DESCARGA REPENTINA: No

## SECCIÓN 15: INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

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

No disponga de los desechos con la basura normal, ni en los sistemas de drenaje.

Lo que no se pueda salvar para recuperación o reciclaje, incluyendo los recipientes, debe manejarse en instalaciones adecuadas y aprobadas para la disposición de desechos. El procesamiento, uso o contaminación de este producto puede cambiar las opciones de manejo de desechos.

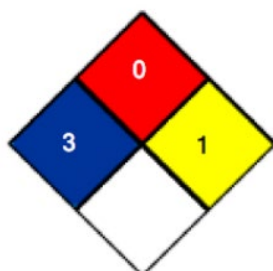
Analice el material de desecho para verificar su corrosividad, antes de su disposición.

**NOM-054-SEMARNAT-1993:** Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos

**NOM-018-STPS-2015:** Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.

## SECCIÓN 16: OTRA INFORMACIÓN

### 2.16.1 National Fire Protection Association (NFPA)



Clasificación de riesgo NFPA

Salud: 3 (muy peligroso)

Fuego: 0 (sin riesgo)

Reactividad: 1 (poco riesgo)

Advertencias especiales: ninguna

**MSDS 3 Urea.****SECCIÓN 1: IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA / MEZCLA Y DE LA COMPAÑÍA / EMPRESA****3.1.1 identificación del producto.**

Nombre comercial: Urea.

Caracterización Química:  $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ .

Sinónimos: Carbamida, Aminometanamida, Diaminometanona.

Numero de Cas: 57-13-6

**3.1.2 Usos pertinentes de la sustancia o mezcla.**

Usos generales: se utiliza en la fabricación de fertilizantes agrícolas. La urea se utiliza también como estabilizador en explosivos de nitrocelulosa y es un componente básico de resinas preparadas sintéticamente.

**Detalles del proveedor de la ficha de seguridad.**

Nombre de la compañía: Merck, S.A de C. V  
 Dirección: Calle 5 No. 7 C.P. 53370  
 Ciudad, estado, CP: NAUCALPAN DE JUÁREZ, EDO. DE MÉXICO.  
 Sitio web: [http:// www.merckmillipore.com](http://www.merckmillipore.com)  
 Teléfono: +52 (55)-2122-1600

**SECCIÓN 2: IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS****3.2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla**

No es una sustancia o mezcla peligrosa.

**3.2.2 Elementos de etiqueta****Etiquetado (SGA)**

No es una sustancia o mezcla peligrosa.

**3.2.3 Peligros no clasificados de otra manera**

Ninguno.

**SECCIÓN 3: COMPOSICIÓN/ INFORMACIÓN DE LOS INGREDIENTES****3.3.1 Sustancias.**

Componente	CAS	% (Wt/Wt)
Urea	57-13-6	<= 100 %



---

---

## SECCIÓN 4: PRIMEROS AUXILIOS

### 3.4.1 Descripción de los primeros auxilios

#### Recomendaciones generales

Evite la exposición al producto, tomando las medidas de protección adecuadas. Consulte al médico, llevando la hoja de datos de seguridad.

#### Si es inhalado

Aire fresco.

#### En caso de contacto con la piel

Lave la zona afectada con abundante agua corriente. Retire la ropa y accesorios contaminados bajo el agua corriente. En caso de presentarse quemaduras consiga atención médica inmediatamente.

#### En caso de contacto con los ojos

Iniciar enjuague con agua corriente por lo menos durante 30 minutos si persiste la irritación, repita el enjuague.

#### Por ingestión

hacer beber agua (máximo 2 vasos), en caso de malestar consultar al médico.

### 3.4.2 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

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

Sin datos disponibles

## SECCIÓN 5: MEDIDAS CONTRA INCENDIOS

### 3.5.1 Medios de extinción

Agua, espuma, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), polvo seco.

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

Óxidos de carbono, Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), Inflamable.

El fuego puede provocar emanaciones de: Amoniaco, gases nitrosos

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

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

En caso de fuego, protéjase con un equipo respiratorio autónomo.

### 3.5.4 Otros datos

Reprimir los gases/vapores/neblinas con agua pulverizada. Impedir la contaminación de las aguas superficiales o subterráneas por el agua que ha servido a la extinción de incendios.

## SECCIÓN 6: MEDIDAS DE LIBERACIÓN DE ACCIDENTES

### **3.6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia**

Usar protección respiratoria. Evitar respirar los vapores, la neblina o el gas. Asegúrese una ventilación apropiada.

Evacuar el personal a zonas seguras.

Equipo de protección individual, ver sección 8.

### **3.6.2 Precauciones relativas al medio ambiente**

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

### **3.6.3 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 en seco y proceder a la eliminación de residuos. Aclarar. Evitar la formación de polvo.

### **3.6.4 Referencia a otras secciones**

Para eliminación de desechos ver sección 13.

## **SECCIÓN 7: MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO**

### **3.7.1 Precauciones para una manipulación segura**

Evitar la inhalación de vapor o neblina. Ver precauciones en la sección 2.2

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

Almacénelo en un área fresca, seca y bien cerrada.

Almacenar por debajo de +30°C.

Clase de almacenamiento (TRGS 510): 11: Sólidos Combustibles.

## **SECCIÓN 8: CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL**

### **3.8.1 Parámetros de control**

Componente con valor límite ambiental TWA con parámetros de  $10 \frac{mg}{m^3}$  en el nivel de exposición WEEL de E.U.A.

### **3.8.2 Controles de exposición**

#### **Controles técnicos apropiados**

Sustituir la ropa contaminada. Lavar manos al término del trabajo.

#### **Protección personal:**

Protección de los ojos/ la cara

Gafas de seguridad ajustadas al contorno del rostro. Visera protectora (mínimo 20 cm En caso de formarse vapores/aerosoles, usar equipo respiratorio adecuado. Filtro E (HCl). Filtro P (HCl)

#### **Protección de la piel:**

Manipular con guantes de PVC, nitrilo o butilo. Los guantes deben ser

inspeccionados antes de su uso. Lavar y secar las manos.

**Protección Corporal:**

No especificada.

**Protección respiratoria:**

Necesaria en presencia de polvo.

Con base en las normas siguientes: DIN EN 143, DIN 14387 y otras normas relativas al uso de la protección respiratoria usada.

**Control de exposición ambiental:**

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

## SECCIÓN 9: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

### 3.9.1 Información en base a las propiedades físicas y químicas.

- a) Aspecto Forma: solido      Color: Blanco.
- b) Olor: inodoro
- c) Umbral olfativo: Sin datos disponibles
- d) pH: 7.5 - 9.5 a 480 g/l a 25 °C
- e) Punto de fusión/ punto de congelación  
Punto/intervalo de fusión: 134 °C
- f) Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición Se descompone por debajo del punto de ebullición.
- g) Punto de inflamación: NA, no es combustible
- h) Tasa de evaporación: sin datos disponibles.
- i) Inflamabilidad (sólido, Sin datos disponibles gas)
- j) Inflamabilidad superior/inferior o límites explosivos  
    Límite superior de explosividad: NA, no es combustible  
    Límite inferior de explosividad: NA, no es combustible
- k) Presión de vapor < 0.1 hPa a 25 °C
- l) Densidad de vapor Sin datos disponibles
- m) Densidad relativa: 1.32 gcm<sup>3</sup> a 20°C
- n) Solubilidad en agua: Miscible con agua 624 g/l a 20 °C
- o) Coeficiente de reparto n-octanol/agua: log Pow: < -1.73 a 22 °C - No es de esperar una bioacumulación.
- p) Temperatura de autoinflamación: >134 °C- Temperatura de autoinflamación de sólidos no arde
- q) Temperatura de descomposición: Sin datos disponibles
- r) Viscosidad: Sin datos disponibles

s) Propiedades explosivas: NA, no es combustible

t) Propiedades comburentes: Sin datos disponibles

### **3.9.2 Otra información de seguridad**

Densidad aparente 720 - 760 kg/m<sup>3</sup>

Constante de disociación < 0.6 - Directrices de ensayo 112 del OECD

## **SECCIÓN 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD**

### **3.10.1 Reactividad**

Válido en general para sustancias y mezclas orgánicas combustibles: en caso de esparcimiento fino, en estado arremolinado, debe contarse en general con peligro de explosión.

### **3.10.2 Estabilidad química**

Estable bajo condiciones normales de uso y almacenamiento.

### **3.10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas**

Reacción exotérmica con: cloruros metálicos, Cloritos, cromatos/percromatos, Flúor, nitratos, oxidantes fuertes, peróxido de hidrógeno/agua oxigenada.

Desprendimiento de gases o vapores peligrosos con: álcalis, solventes, clorados.

Riesgo de explosión/reacción exotérmica con: nitrato de amonio, Hipoclorito de calcio, Cloro, cromilo cloruro, Compuesto nitroso, hipoclorito, sódico, nitrosilos, pentacloruro de fósforo, percloratos, nitritos, Nitrocompuestos

### **3.10.4 Condiciones que deben evitarse**

Información no disponible.

### **3.10.5 Materiales incompatibles**

Plásticos diversos

### **3.10.6 Productos de descomposición peligrosos**

En caso de incendio: véase sección 5.

## **SECCIÓN 11: INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA**

### **3.11.1 Información sobre los efectos toxicológicos**

La severidad de los efectos depende de la concentración de la solución y la duración del contacto. En general, las soluciones y los rocíos de HCl con un pH de 3 o menos son un problema importante para la salud.

**Inhalación:** sin datos disponibles.

**Cutáneo:** sin datos disponibles.

**Lesiones o irritación ocular graves:** Ligera irritación.

**Sensibilización respiratoria o cutánea:** Sin datos disponibles.

**Mutagenicidad en células germinales:** Sin datos disponibles

### **Carcinogenicidad**

Ningún componente de este producto está presente en niveles superiores o iguales al 0,1 % por lo que no se encuentra en la lista de OSHA de carcinógenos regulados.

### **Toxicidad para la reproducción**

Los riesgos reproductivos para los humanos no son conocidos

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

Sin datos disponibles

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

Sin datos disponibles

## **SECCIÓN 12: INFORMACION ECOLOGICA**

### **3.12.1 Toxicidad**

Toxicidad para las algas *Scenedesmus quadricauda* (alga verde) - > 10,000 mg/l - 8 d

### **3.12.2 Persistencia y degradabilidad**

Sin datos disponibles.

### **3.12.3 Potencial de bioacumulación**

Sin datos disponibles.

### **3.12.4 Movilidad en el suelo**

Sin datos disponibles.

### **3.12.5 Resultados de la valoración PBT y mPmB**

La valoración de PBT / mPmB no está disponible ya que la evaluación de la seguridad química no es necesaria / no se ha realizado

### **3.12.6 Otros efectos adversos**

La descarga en el ambiente debe ser evitada.

## **SECCIÓN 13: CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN**

### **3.13.1 Información sobre eliminación de desechos**

#### **Producto**

Los residuos deben eliminarse de acuerdo con normativas locales y nación a originales. No los mezcle con otros residuos. Maneje los recipientes sucios como el propio producto. Consulte en [www.retrologistik.com](http://www.retrologistik.com) sobre procesos relativos a la devolución de productos químicos o recipientes, o contáctenos si tiene más preguntas.

#### **Envases contaminados**

Eliminar como producto no usado.

---

---

## SECCIÓN 14: INFORMACIÓN DE TRANSPORTACIÓN

### 3.14.1 Número ONU y nombre de envío apropiado

Producto no peligroso según los criterios de la reglamentación del transporte.

## SECCIÓN 15: INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

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

SARA 302 Componentes

Este material no contiene componentes con una sección 302 EHS TPQ.

SARA 313 Componentes

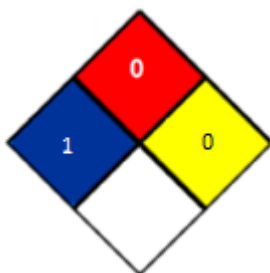
Este material no contiene ningún componente químico con los conocidos números CAS que

exceden el umbral de los niveles reportados (De Minimis) establecidos por SARA título III,

sección 313.

## SECCIÓN 16: OTRA INFORMACIÓN

### 3.1.2 National Fire Protection Association (NFPA)



Clasificación de riesgo NFPA

Salud: 1 (poco riesgo)

Fuego: 0 (sin riesgo)

Reactividad: 0 (sin riesgo)

Advertencias especiales: ninguna

**MSDS 4 Ácido Sulfúrico****SECCIÓN 1: IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA / MEZCLA Y DE LA COMPAÑÍA / EMPRESA****4.1.1 identificación del producto.**

Nombre comercial: ácido sulfúrico.

Caracterización Química:  $H_2SO_4$

Sinónimos: Aceite de vitriolo, Acido para baterías, Sulfato de hidrógeno, Acido de decapado, Espíritus de Azufre, Acido electrolito, Sulfato de dihidrógeno

Numero de Cas: 7664-93-9

**4.1.2 Usos pertinentes de la sustancia o mezcla.**

Usos generales: En la manufactura de fosfato y sulfato de amonio, la producción de rayón y fibras textiles, pigmentos inorgánicos, explosivos, alcoholes, plásticos, tintas, drogas, detergentes sintéticos, caucho sintético y natural, pulpa, papel, celulosa y catalizadores; en la refinación del petróleo, acero y otros metales; en electro plateado y como reactivo de laboratorio.

**4.1.4 Detalles del proveedor de la ficha de seguridad.**

Nombre de la compañía: VALNO, S.A. DE C.V.  
Dirección: Emiliano Zapata No. 375, Col. Ejidos de Santa María Aztahuacan  
Ciudad, estado, CP: Iztapalapa, D.F., C.P. 09570  
Sitio web: <http://valno.com.mx/>  
Teléfono: +52 01(55) 5642-1790

**SECCIÓN 2: IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS****4.2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla**

H290 Puede ser corrosiva para los metales

H314 Provoca Graves quemaduras en la piel y lesiones oculares

H318 Provoca Lesiones oculares graves

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

H401 Tóxico para los organismos acuáticos, Categoría 2

**4.2.2 Elementos de etiqueta**

**Etiquetado (SGA)**

Palabra: Peligro

**GHS Indicaciones de peligro**

H290 Sustancias y mezclas corrosivas para los metales

H314 Corrosión/irritación cutánea, Categoría 1A

H318 Lesiones oculares graves/irritación ocular, Categoría 1

H335 Toxicidad específica en órganos blanco (exposición única); irritación de las vías respiratorias

H401 Tóxico para los organismos acuáticos, Categoría 2

P103 Leer la etiqueta antes del uso

P260 No respirar el polvo/ el humo/ el gas/ la niebla/ los vapores/ el aerosol.

P262 Evitar todo contacto con los ojos, la piel o la ropa

P280 Usar guantes / ropa de protección / equipo de protección para la cara / los ojos

P284 En caso de ventilación insuficiente, llevar equipo de protección respiratoria

P302 + P352 En caso de contacto con la piel, lavar con abundante agua al menos durante 15 minutos.

P304 + P340 En caso de inhalación, transportar a la persona al aire libre y mantenerla en una posición que le facilite la respiración.

P301 + P330 + P331 En caso de ingestión, enjuagar la boca. No provocar el vómito

P303 + P361 + P353 En caso de contacto con la piel o el pelo, quitar inmediatamente toda la ropa contaminada. Enjuagar la piel con agua o ducharse

P420 Almacenar separadamente de materiales incompatibles

P406 Almacenar en un recipiente resistente a la corrosión/en un recipiente con revestimiento interior resistente

P403 + P233 Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantener el recipiente cerrado herméticamente.



**4.2.3 Peligros no clasificados de otra manera**

Ninguno.

**SECCIÓN 3: COMPOSICIÓN/ INFORMACIÓN DE LOS INGREDIENTES****4.3.1 Sustancias.**

Componente	CAS	% (Wt/Wt)
Ácido sulfúrico	7664-93-9	50 - 98 %
Agua	7732-18-5	50 - 2 %

**SECCIÓN 4: PRIMEROS AUXILIOS****4.4.1 Descripción de los primeros auxilios****Recomendaciones generales**

Evite la exposición al producto, tomando las medidas de protección adecuadas. Consulte al médico, llevando la hoja de datos de seguridad.

**Si es inhalado**

Trasladar al aire fresco. Si no respira administrar respiración artificial. Si respira con dificultad suministrar oxígeno. Evitar el método boca a boca. Mantener la víctima abrigada y en reposo. Buscar atención médica inmediatamente.

**En caso de contacto con la piel**

Lave la zona afectada con abundante agua corriente durante al menos 20 minutos. Retire la ropa y accesorios contaminados bajo el agua corriente. En caso de presentarse quemaduras consiga atención médica inmediatamente.

Si se tiene disponible aplique Diphotérine (Ver sección 16.2) en aerosol o solución en la zona contaminada de acuerdo con las instrucciones de uso.

**En caso de contacto con los ojos**

Cumplimiento de medidas generales

Iniciar enjuague con agua corriente por lo menos durante 30 minutos si persiste la irritación, repita el enjuague.

En caso de quemaduras consiga atención médica.

Valorar el ingreso hospitalario, el uso de antibióticos, analgésicos y antiinflamatorios.

Valorara oclusión de ambos ojos.

Revaloración cada 24 horas a cargo de la oftalmología

No usar en ningún caso antídotos, soluciones neutralizantes o remedios caseros.

**Por ingestión**

No provocar el vómito. Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua. Traslade de inmediato a medio hospitalario. Durante el traslado si la víctima está alerta enjuáguele

---

---

la boca y proporcione 250 mililitros de agua cada 5 minutos durante 20 minutos, si ocurre un vómito espontáneo, haga que la víctima se incline hacia adelante con la cabeza hacia abajo para evitar que aspire el vómito, enjuáguele la boca.

#### **4.4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados**

Los efectos corrosivos en la piel y los ojos pueden presentarse en forma tardía y el daño puede ocurrir sin sensación o inicio del dolor. La exposición a altas concentraciones puede conducir rápidamente a la hinchazón y al espasmo de la garganta y producir sofocación o incluso la muerte. Las personas expuestas más seriamente presentan rápidamente respiración acelerada, coloración azul de la piel y estrechamiento de los bronquios. Las exposiciones severas pueden desarrollar una acumulación de fluido en los pulmones

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

Después de proporcionar los primeros auxilios, es indispensable la comunicación directa con un médico especialista en toxicología, que brinde información para el manejo médico de la persona afectada, con base en su estado, los síntomas existentes y las características de la sustancia química con la cual se tuvo contacto.

### **SECCIÓN 5: MEDIDAS CONTRA INCENDIOS**

#### **4.5.1 Medios de extinción**

Usar el agente de extinción según el tipo de incendio del alrededor. No use grandes corrientes de agua a presión. Use polvo químico seco, espuma tipo alcohol, dióxido de carbono.

#### **4.5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla**

Mantener alejado de materiales combustibles finamente divididas y de metales. Evitar el contacto con agua porque genera calor. Mantener retirado de materiales incompatibles.

#### **4.5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios**

Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubicarse a favor del viento. Usar equipo de protección personal. Si usa agua (agua en forma de rocío) para apagar el fuego del alrededor evitar que haga contacto con el ácido. Mantenerse a favor del viento. Si es posible, retirarlo del fuego.

#### **4.5.4 Otros datos**

No es inflamable, ni combustible, pero diluido y al contacto con metales produce hidrógeno el cual es altamente inflamable y explosivo. Puede

encender materias combustibles finamente divididas. Durante un incendio se pueden producir humos tóxicos e irritantes. Los contenedores pueden explotar durante un incendio si están expuestos al fuego o por contacto con el agua por la alta liberación de calor.

## **SECCIÓN 6: MEDIDAS DE LIBERACIÓN DE ACCIDENTES**

### **4.6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia**

Usar protección respiratoria. Evitar respirar los vapores, la neblina o el gas. Asegúrese una ventilación apropiada.  
Evacuar el personal a zonas seguras.  
Equipo de protección individual, ver sección 8.

### **4.6.2 Precauciones relativas al medio ambiente**

Eliminar toda fuente de ignición. No tocar el material. Contener el derrame con diques hechos de arena, tierras diatomáceas, arcilla u otro material inerte para evitar que entre en alcantarillas, sótanos y corrientes de agua. No adicionar agua al ácido. Neutralizar lentamente, con ceniza de soda, cal u otra base. Después recoger los productos y depositar en contenedores con cierre hermético para su posterior. Revise los requisitos federales, estatales y locales antes de la disposición de los residuos sugeridos: NOM-052-SEMARNAT-2005: Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de estos y los límites que hacen a un residuo peligroso.

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

Lugares ventilados, frescos y secos. Lejos de fuentes de calor, ignición y de la acción directa de los rayos solares. Separar de materiales incompatibles. Rotular los recipientes adecuadamente. No almacenar en contenedores metálicos. No fumar porque puede haberse acumulado hidrógeno en tanques metálicos que contengan ácido. Evitar el deterioro de los contenedores. Mantenerlos cerrados cuando no están en uso. Almacenar las menores cantidades posibles. Los contenedores vacíos deben ser separados. Inspeccionar regularmente la bodega para detectar posibles fugas o corrosión. El almacenamiento debe estar retirado de áreas de trabajo. El piso debe ser sellado para evitar la absorción. Los equipos eléctricos, de iluminación y ventilación deben ser resistentes a la corrosión. Disponer en el lugar de elementos para la atención de emergencias.

## **SECCIÓN 7: MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO**

### **4.7.1 Precauciones para una manipulación segura**

---

---

Evítese el contacto con los ojos y la piel. Evitar la inhalación de vapor o neblina. Ver precauciones en la sección 2.2

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

Almacénelo en un área fresca, seca y bien ventilada. El ácido no debe ser almacenado cerca de sustancias inflamables u oxidantes, orgánicos, álcalis o cerca de metales. Utilice materiales estructurales y sistemas de iluminación y ventilación resistentes a la corrosión en el área de almacenaje. Utilice recipientes que estén etiquetados con seguridad y protegidos contra daños. Los tanques para almacenaje deben estar pintados con un material resistente al ácido. Utilice equipo de transferencia resistente a la corrosión cuando lo esté distribuyendo. Limite la cantidad de material almacenado. Restrinja el acceso al área de almacenaje. Coloque letreros de advertencia como sea necesario. Mantenga el área de almacenaje separada de las áreas de trabajo donde haya gente. Inspeccione periódicamente para revisar que no haya fallas, como daños o fugas. Los tanques de almacenaje deben estar sobre el nivel del suelo y rodeados con diques capaces de contener toda su capacidad. El equipo eléctrico debe ser a prueba de flama y protegido contra la acción corrosiva. Debe almacenarse a temperatura ambiente o menor.

### **SECCIÓN 8: CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL**

#### **4.8.1 Parámetros de control**

Ventilación local y general, para asegurar que la concentración no exceda los límites de exposición ocupacional. Control exhaustivo de las condiciones de proceso. Debe disponerse de duchas y estaciones lavaojos.

#### **4.8.2 Controles de exposición**

##### **Controles técnicos apropiados**

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. Disponer de traje resistente al producto para usar en caso de emergencia. Los equipos de protección personal para el cuerpo se deben seleccionar en base a las tareas a ejecutar y a los riesgos involucrados. Protéjase los ojos, cara y piel del contacto con el producto.

##### **Protección personal:**

Protección de los ojos/ la cara

Gafas de seguridad ajustadas al contorno del rostro. Visera protectora (mínimo 20 cm En caso de formarse vapores/aerosoles, usar equipo respiratorio adecuado. Filtro E (HCl). Filtro P (HCl)

**Protección de la piel:**

Manipular con guantes de PVC, nitrilo o butilo. Los guantes deben ser inspeccionados antes de su uso. Utilice la técnica correcta de quitarse los guantes (sin tocar la superficie exterior del guante) para evitar el contacto de la piel con este producto. Deseche los guantes contaminados después de su uso, de conformidad con las leyes aplicables y buenas prácticas de laboratorio. Lavar y secar las manos.

**Protección Corporal:**

Utilice traje antiácido completo para reparaciones de derrames de sosa sólida o líquida.

**Protección respiratoria:**

Respirador con filtro para vapores ácidos.

**Control de exposición ambiental:**

Para información sobre la eliminación, véase la sección 13.

## **SECCIÓN 9: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS**

### **4.9.1 Información en base a las propiedades físicas y químicas.**

- a) Aspecto Forma: Líquido aceitoso incoloro o café. Inodoro, pero concentrado es sofocante e higroscópico.
- b) Olor: Picante, sofocante, a huevo podrido, a aguas termales.
- c) Umbral olfativo: Sin datos disponibles
- d) pH: 0.3 (Solución acuosa 1 N)
- e) Punto de fusión/ punto de congelación  
Punto/intervalo de fusión: 3 °C (98%); -64°C (65%).
- f) Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición 274°C (100%), 280 °C (95%) a 1,013hPa (760 mmHg)
- g) Punto de inflamación: Sin datos disponibles.
- h) Tasa de evaporación: 100
- i) Inflamabilidad (sólido, Sin datos disponibles gas)
- j) Inflamabilidad superior/inferior o límites explosivos: Sin datos disponibles
- k) Presión de vapor: Menor de 0.3 /25°C, 1.0 / 38°C
- l) Densidad de vapor: 3.4

- m) Densidad relativa: 1.84(98%), 1.4(50%).
- n) Solubilidad en agua: Soluble en agua y alcohol etílico (descompone en este último).
- o) Coeficiente de reparto n-octanol/agua: Sin datos disponibles
- p) Temperatura de autoinflamación: Sin datos disponibles
- q) Temperatura de descomposición: Sin datos disponibles
- r) Viscosidad: 21 cP / 25°C.
- s) Propiedades explosivas: Sin datos disponibles
- t) Propiedades comburentes: Sin datos disponibles

#### **4.9.2 Otra información de seguridad**

Sin datos disponibles

### **SECCIÓN 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD**

#### **4.10.1 Reactividad**

No hay peligro de reactividad distintos de los que se describen a continuación.

#### **4.10.2 Estabilidad química**

Descompone a 340°C en trióxido de azufre y agua. El producto reacciona violentamente con el agua, salpicando y liberando calor.

#### **4.10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas**

Cuando lo diluya, agregue el ácido al agua. NO AGREGUE agua al ácido.

NOTA: Reacciona vigorosamente en contacto con el agua.

#### **4.10.4 Condiciones que deben evitarse**

Calor, humedad, incompatibles.

#### **4.10.5 Materiales incompatibles**

Es incompatible con Carburos, cloratos, fulminatos, metales en polvo, sodio, fósforo, acetona, ácido nítrico, nitratos, picratos, acetatos, materias orgánicas, acrilonitrilo, soluciones alcalinas, percloratos, permanganatos, acetiluros, epiclorhidrina, anilina, etilendiamina, alcoholes con peróxido de hidrógeno, ácido clorosulfónico, ácido fluorhídrico, nitrometano, 4-nitrotolueno, óxido de fósforo, potasio, etilenglicol, isopreno, estireno.

#### **4.10.6 Productos de descomposición peligrosos**

Vapores Tóxicos de óxido de azufre cuando se calienta hasta la descomposición. Reacciona con el agua o vapor produciendo vapores tóxicos y corrosivos. Reacciona con carbonatos para generar gas dióxido de carbono y con cianuros y sulfuros para formar el venenoso gas cianuro de hidrógeno y sulfuro de hidrógeno respectivamente.

---

---

## SECCIÓN 11: INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

### 4.11.1 Información sobre los efectos toxicológicos

Las propiedades toxicológicas son dadas para la sustancia pura.

DL50 (oral, ratas) = 2140 mg/Kg.

LC50 (inhalación, conejillo de indias) = 18 mg/m<sup>3</sup>.

LC50/2H (inhalación, rata) = 510 mg/m<sup>3</sup>.

LC50/2H (inhalación, ratón) = 320 mg/m<sup>3</sup>.

El producto (forma de neblina) se ha clasificado como: cancerígeno humano categoría 1 (IARC); sospechoso como cancerígeno humano, grupo A2 (ACGIH), carcinógeno OSHA. Se reportan efectos teratogénicos y mutagénicos en animales de laboratorio. Se considera un irritante primario. No existe información disponible sobre efectos neurotóxicos y reproductivos.

## SECCIÓN 12: INFORMACION ECOLOGICA

### 4.12.1 Toxicidad

Perjudicial para todo tipo de animales

Toxicidad acuática: LC50/48H (agua aireada, camarón)=80-90ppm/48h.

Condiciones de bioensayo no especificada. CL50/48H Camarón adulto, agua salada=42.5-48 ppm. Condiciones de bioensayo no especificadas. En el agua el producto se disuelve rápidamente, produciendo una disminución de la viscosidad, facilitando su difusión en cuerpos de agua. A pH 6 y pH menor a 5, aumenta la concentración de iones calcio (provenientes de rocas y suelos). El ácido sulfúrico reacciona con el calcio y magnesio presentes para producir sulfatos.

Es considerado tóxico para la vida acuática.

### 4.12.2 Persistencia y degradabilidad

En la atmósfera el producto puede removerse lentamente por deposición húmeda. En el aire puede ser removido por deposición en seco.

### 4.12.3 Potencial de bioacumulación

En el suelo el producto puede disolver algunos minerales como calcio y magnesio, deteriorando las características de estos.

### 4.12.4 Movilidad en el suelo

Durante el transporte a través del suelo, el ácido clorhídrico disolverá parte del material del suelo, en particular el que tenga base de carbonato.

## SECCIÓN 13: CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN

### 4.13.1 Información sobre eliminación de desechos

### **Producto**

Para la eliminación de este producto, dirigirse a un servicio profesional autorizado. Ofertar el sobrante y las soluciones no-aprovechables a una compañía de vertidos acreditada.

### **Envases contaminados**

Eliminar como producto no usado.

## **SECCIÓN 14: INFORMACIÓN DE TRANSPORTACIÓN**

Etiqueta negra y blanca de sustancia corrosiva. No transporte con sustancias explosivas, sustancias que en contacto con agua pueden desprender gases inflamables, sustancias comburentes, peróxidos orgánicos, materiales radiactivos, ni alimentos. Grupo de empaque: II.

## **SECCIÓN 15: INFORMACIÓN REGLAMENTARIA**

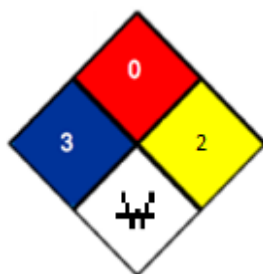
### **4.15.1 Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla.**

1. Ley 769/2002. Código Nacional de Tránsito Terrestre. Artículo 32: La carga de un vehículo debe estar debidamente empacada, rotulada, embalada y cubierta conforme a la normatividad técnica nacional.
2. Decreto 1609 del 31 de Julio de 2002, Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.
3. Ministerio de Transporte. Resolución número 3800 del 11 de diciembre de 1998. Por el cual se adopta el diseño y se establecen los mecanismos de distribución del formato único del manifiesto de carga.
4. Los residuos de esta sustancia están considerados en: Ministerio de Salud. Resolución 2309 de 1986, por la cual se hace necesario dictar normas especiales complementarias para la cumplida ejecución de las leyes que regulan los residuos sólidos y concretamente lo referente a residuos especiales.
5. Ministerio de Justicia. Ley 30 de 1986. Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Estupefacientes y se dictan otras disposiciones.

## **SECCIÓN 16: OTRA INFORMACIÓN**

### **4.16.1 National Fire Protection Association (NFPA)**





Clasificación de riesgo NFPA  
 Salud: 3 (muy peligroso)  
 Fuego: 0 (sin riesgo)  
 Reactividad: 2 (riesgoso)  
 Advertencias especiales: Corrosivo

## MSDS 5 Ácido Acetofosfonico

### SECCIÓN 1: IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA / MEZCLA Y DE LA COMPAÑÍA / EMPRESA

#### 6.1.1 identificación del producto.

Nombre comercial: ácido acético.

Caracterización Química:  $H_2SO_4$

Sinónimos: Aceite de vitriolo, Acido para baterías, Sulfato de hidrógeno, Acido de decapado, Espíritus de Azufre, Acido electrolito, Sulfato de dihidrógeno

Numero de Cas: 7664-93-9

#### 6.1.2 Usos pertinentes de la sustancia o mezcla.

Usos generales: En la manufactura de fosfato y sulfato de amonio, la producción de rayón y fibras textiles, pigmentos inorgánicos, explosivos, alcoholes, plásticos, tintas, drogas, detergentes sintéticos, caucho sintético y natural, pulpa, papel, celulosa y catalizadores; en la refinación del petróleo, acero y otros metales; en electro plateado y como reactivo de laboratorio.

#### 6.1.4 Detalles del proveedor de la ficha de seguridad.

Nombre de la compañía:	VALNO, S.A. DE C.V.
Dirección:	Emiliano Zapata No. 375, Col. Ejidos de Santa María Aztahuacan
Ciudad, estado, CP:	Iztapalapa, D.F., C.P. 09570
Sitio web:	<a href="http://valno.com.mx/">http://valno.com.mx/</a>
Teléfono:	+52 01(55) 5642-1790

### SECCIÓN 2: IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

### 5.2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

H290 Puede ser corrosiva para los metales

H314 Provoca Graves quemaduras en la piel y lesiones oculares

H318 Provoca Lesiones oculares graves

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

H401 Tóxico para los organismos acuáticos, Categoría 2

### 5.2.2 Elementos de etiqueta

#### Etiquetado (SGA)



Palabra: Peligro

#### GHS Indicaciones de peligro

H290 Sustancias y mezclas corrosivas para los metales

H314 Corrosión/irritación cutánea, Categoría 1A

H318 Lesiones oculares graves/irritación ocular, Categoría 1

H335 Toxicidad específica en órganos blanco (exposición única); irritación de las vías

respiratorias

H401 Tóxico para los organismos acuáticos, Categoría 2

P103 Leer la etiqueta antes del uso

P260 No respirar el polvo/ el humo/ el gas/ la niebla/ los vapores/ el aerosol.

P262 Evitar todo contacto con los ojos, la piel o la ropa

P280 Usar guantes / ropa de protección / equipo de protección para la cara / los ojos

P284 En caso de ventilación insuficiente, llevar equipo de protección respiratoria

P302 + P352 En caso de contacto con la piel, lavar con abundante agua al menos durante 15 minutos.

P304 + P340 En caso de inhalación, transportar la persona al aire libre y mantenerla en una posición que le facilite la respiración.

P301 + P330 + P331 En caso de ingestión, enjuagar la boca. No provocar

el vómito

P303 + P361 + P353 En caso de contacto con la piel o el pelo, quitar inmediatamente toda la ropa contaminada. Enjuagar la piel con agua o ducharse

P420 Almacenar separadamente de materiales incompatibles

P406 Almacenar en un recipiente resistente a la corrosión/en un recipiente con revestimiento interior resistente

P403 + P233 Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantener el recipiente cerrado herméticamente.

### 5.2.3 Peligros no clasificados de otra manera

Ninguno.

## SECCIÓN 3: COMPOSICIÓN/ INFORMACIÓN DE LOS INGREDIENTES

### 5.3.1 Sustancias.

Componente	CAS	% (Wt/Wt)
Ácido acetofosfonico	7664-93-9	50 - 98 %
Agua	7732-18-5	50 - 2 %

## SECCIÓN 4: PRIMEROS AUXILIOS

### 5.4.1 Descripción de los primeros auxilios

#### Recomendaciones generales

Evite la exposición al producto, tomando las medidas de protección adecuadas. Consulte al médico, llevando la hoja de datos de seguridad.

#### Si es inhalado

Trasladar al aire fresco. Si no respira administrar respiración artificial. Si respira con dificultad suministrar oxígeno. Evitar el método boca a boca. Mantener la víctima abrigada y en reposo. Buscar atención médica inmediatamente.

#### En caso de contacto con la piel

Lave la zona afectada con abundante agua corriente durante al menos 20 minutos. Retire la ropa y accesorios contaminados bajo el agua corriente. En caso de presentarse quemaduras consiga atención médica inmediatamente.

Si se tiene disponible aplique Diphotérine (Ver sección 16.2) en aerosol o solución en la zona contaminada de acuerdo con las instrucciones de uso.

#### En caso de contacto con los ojos

Cumplimiento de medidas generales

Iniciar enjuague con agua corriente por lo menos durante 30 minutos si

persiste la irritación, repita el enjuague.

En caso de quemaduras consiga atención médica.

Valorar el ingreso hospitalario, el uso de antibióticos, analgésicos y antiinflamatorios.

Valorara oclusión de ambos ojos.

Revaloración cada 24 horas a cargo de la oftalmología

No usar en ningún caso antidotos, soluciones neutralizantes o remedios caseros.

#### **Por ingestión**

No provocar el vómito. Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua. Traslade de inmediato a medio hospitalario. Durante el traslado si la víctima está alerta enjuáguele la boca y proporcione 250 mililitros de agua cada 5 minutos durante 20 minutos, si ocurre un vómito espontáneo, haga que la víctima se incline hacia adelante con la cabeza hacia abajo para evitar que aspire el vómito, enjuáguele la boca.

#### **4.4.4 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados**

Los efectos corrosivos en la piel y los ojos pueden presentarse en forma tardía y el daño puede ocurrir sin sensación o inicio del dolor. La exposición a altas concentraciones puede conducir rápidamente a la hinchazón y al espasmo de la garganta y producir sofocación o incluso la muerte. Las personas expuestas más seriamente presentan rápidamente respiración acelerada, coloración azul de la piel y estrechamiento de los bronquios. Las exposiciones severas pueden desarrollar una acumulación de fluido en los pulmones

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

Después de proporcionar los primeros auxilios, es indispensable la comunicación directa con un médico especialista en toxicología, que brinde información para el manejo médico de la persona afectada, con base en su estado, los síntomas existentes y las características de la sustancia química con la cual se tuvo contacto.

### **SECCIÓN 5: MEDIDAS CONTRA INCENDIOS**

#### **5.5.1 Medios de extinción**

Usar el agente de extinción según el tipo de incendio del alrededor. No use grandes corrientes de agua a presión. Use polvo químico seco, espuma tipo alcohol, dióxido de carbono.

#### **5.5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla**

Mantener alejado de materiales combustibles finamente divididas y de metales. Evitar el contacto con agua porque genera calor. Mantener retirado de materiales incompatibles.

---

---

### **5.5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios**

Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubicarse a favor del viento. Usar equipo de protección personal. Si usa agua (agua en forma de rocío) para apagar el fuego del alrededor evitar que haga contacto con el ácido. Mantenerse a favor del viento. Si es posible, retirarlo del fuego.

### **5.5.4 Otros datos**

No es inflamable, ni combustible, pero diluido y al contacto con metales produce hidrógeno el cual es altamente inflamable y explosivo. Puede encender materias combustibles finamente divididas. Durante un incendio se pueden producir humos tóxicos e irritantes. Los contenedores pueden explotar durante un incendio si están expuestos al fuego o por contacto con el agua por la alta liberación de calor.

## **SECCIÓN 6: MEDIDAS DE LIBERACIÓN DE ACCIDENTES**

### **5.6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia**

Usar protección respiratoria. Evitar respirar los vapores, la neblina o el gas. Asegúrese una ventilación apropiada.  
Evacuar el personal a zonas seguras.  
Equipo de protección individual, ver sección 8.

### **5.6.2 Precauciones relativas al medio ambiente**

Eliminar toda fuente de ignición. No tocar el material. Contener el derrame con diques hechos de arena, tierras diatomáceas, arcilla u otro material inerte para evitar que entre en alcantarillas, sótanos y corrientes de agua. No adicionar agua al ácido. Neutralizar lentamente, con ceniza de soda, cal u otra base. Después recoger los productos y depositar en contenedores con cierre hermético para su posterior. Revise los requisitos federales, estatales y locales antes de la disposición de los residuos sugeridos: NOM-052-SEMARNAT-2005: Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de estos y los límites que hacen a un residuo peligroso.

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

Lugares ventilados, frescos y secos. Lejos de fuentes de calor, ignición y de la acción directa de los rayos solares. Separar de materiales incompatibles. Rotular los recipientes adecuadamente. No almacenar en contenedores metálicos. No fumar porque puede haberse acumulado hidrógeno en tanques metálicos que contengan ácido. Evitar el deterioro de los contenedores. Mantenerlos cerrados cuando no están en uso.

---

---

Almacenar las menores cantidades posibles. Los contenedores vacíos deben ser separados. Inspeccionar regularmente la bodega para detectar posibles fugas o corrosión. El almacenamiento debe estar retirado de áreas de trabajo. El piso debe ser sellado para evitar la absorción. Los equipos eléctricos, de iluminación y ventilación deben ser resistentes a la corrosión. Disponer en el lugar de elementos para la atención de emergencias.

## **SECCIÓN 7: MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO**

### **5.7.1 Precauciones para una manipulación segura**

Evítese el contacto con los ojos y la piel. Evitar la inhalación de vapor o neblina. Ver precauciones en la sección 2.2

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

Almacénelo en un área fresca, seca y bien ventilada. El ácido no debe ser almacenado cerca de sustancias inflamables u oxidantes, orgánicos, álcalis o cerca de metales. Utilice materiales estructurales y sistemas de iluminación y ventilación resistentes a la corrosión en el área de almacenaje. Utilice recipientes que estén etiquetados con seguridad y protegidos contra daños. Los tanques para almacenaje deben estar pintados con un material resistente al ácido. Utilice equipo de transferencia resistente a la corrosión cuando lo esté distribuyendo. Limite la cantidad de material almacenado. Restrinja el acceso al área de almacenaje. Coloque letreros de advertencia como sea necesario. Mantenga el área de almacenaje separada de las áreas de trabajo donde haya gente. Inspeccione periódicamente para revisar que no haya fallas, como daños o fugas. Los tanques de almacenaje deben estar sobre el nivel del suelo y rodeados con diques capaces de contener toda su capacidad. El equipo eléctrico debe ser a prueba de flama y protegido contra la acción corrosiva. Debe almacenarse a temperatura ambiente o menor.

## **SECCIÓN 8: CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL**

### **6.8.1 Parámetros de control**

Ventilación local y general, para asegurar que la concentración no exceda los límites de exposición ocupacional. Control exhaustivo de las condiciones de proceso. Debe disponerse de duchas y estaciones lavaojos.

### **6.8.2 Controles de exposición**

#### **Controles técnicos apropiados**

---

---

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. Disponer de traje resistente al producto para usar en caso de emergencia. Los equipos de protección personal para el cuerpo se deben seleccionar en base a las tareas a ejecutar y a los riesgos involucrados. Protéjase los ojos, cara y piel del contacto con el producto.

**Protección personal:**

Protección de los ojos/ la cara

Gafas de seguridad ajustadas al contorno del rostro. Visera protectora (mínimo 20 cm En caso de formarse vapores/aerosoles, usar equipo respiratorio adecuado. Filtro E (HCl). Filtro P (HCl)

**Protección de la piel:**

Manipular con guantes de PVC, nitrilo o butilo. Los guantes deben ser inspeccionados antes de su uso. Utilice la técnica correcta de quitarse los guantes (sin tocar la superficie exterior del guante) para evitar el contacto de la piel con este producto. Deseche los guantes contaminados después de su uso, de conformidad con las leyes aplicables y buenas prácticas de laboratorio. Lavar y secar las manos.

**Protección Corporal:**

Utilice traje antiácido completo para reparaciones de derrames de sosa sólida o líquida.

**Protección respiratoria:**

Respirador con filtro para vapores ácidos.

**Control de exposición ambiental:**

Para información sobre la eliminación, véase la sección 13.

**SECCIÓN 9: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS****5.9.1 Información en base a las propiedades físicas y químicas.**

- a) Aspecto Forma: Líquido aceitoso incoloro o café. Inodoro, pero concentrado es sofocante e higroscópico.
- b) Olor: Picante, sofocante, a huevo podrido, a aguas termales.
- c) Umbral olfativo: Sin datos disponibles
- d) pH: 0.3 (Solución acuosa 1 N)

- e) Punto de fusión/ punto de congelación  
Punto/intervalo de fusión: 3 °C (98%); -64°C (65%).
- f) Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición 274°C (100%), 280 °C (95%) a 1,013hPa (760 mmHg)
- g) Punto de inflamación: Sin datos disponibles.
- h) Tasa de evaporación: 100
- i) Inflamabilidad (sólido, Sin datos disponibles gas)
- j) Inflamabilidad superior/inferior o límites explosivos: Sin datos disponibles
- k) Presión de vapor: Menor de 0.3 /25°C, 1.0 / 38°C
- l) Densidad de vapor: 3.4
- m) Densidad relativa: 1.84(98%), 1.4(50%).
- n) Solubilidad en agua: Soluble en agua y alcohol etílico (descompone en este último).
- o) Coeficiente de reparto n-octanol/agua: Sin datos disponibles
- p) Temperatura de autoinflamación: Sin datos disponibles
- q) Temperatura de descomposición: Sin datos disponibles
- r) Viscosidad: 21 cP / 25°C.
- s) Propiedades explosivas: Sin datos disponibles
- t) Propiedades comburentes: Sin datos disponibles

#### **5.9.2 Otra información de seguridad**

Sin datos disponibles

### **SECCIÓN 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD**

#### **5.10.1 Reactividad**

No hay peligro de reactividad distintos de los que se describen a continuación.

#### **5.10.2 Estabilidad química**

Descompone a 340°C en trióxido de azufre y agua. El producto reacciona violentamente con el agua, salpicando y liberando calor.

#### **5.10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas**

Cuando lo diluya, agregue el ácido al agua. NO AGREGUE agua al ácido.

NOTA: Reacciona vigorosamente en contacto con el agua.

#### **5.10.4 Condiciones que deben evitarse**

Calor, humedad, incompatibles.

#### **5.10.5 Materiales incompatibles**

Es incompatible con Carburos, cloratos, fulminatos, metales en polvo, sodio, fósforo, acetona, ácido nítrico, nitratos, picratos, acetatos, materias



---

---

orgánicas, acrilonitrilo, soluciones alcalinas, percloratos, permanganatos, acetiluros, epiclohidrina, anilina, etilendiamina, alcoholes con peróxido de hidrógeno, ácido clorosulfónico, ácido fluorhídrico, nitrometano, 4-nitrotolueno, óxido de fósforo, potasio, etilenglicol, isopreno, estireno.

#### **5.10.6 Productos de descomposición peligrosos**

Vapores Tóxicos de óxido de azufre cuando se calienta hasta la descomposición. Reacciona con el agua o vapor produciendo vapores tóxicos y corrosivos. Reacciona con carbonatos para generar gas dióxido de carbono y con cianuros y sulfuros para formar el venenoso gas cianuro de hidrógeno y sulfuro de hidrógeno respectivamente.

### **SECCIÓN 11: INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA**

#### **5.11.1 Información sobre los efectos toxicológicos**

Las propiedades toxicológicas son dadas para la sustancia pura.

DL50 (oral, ratas) = 2140 mg/Kg.

LC50 (inhalación, conejillo de indias) = 18 mg/m<sup>3</sup>.

LC50/2H (inhalación, rata) = 510 mg/m<sup>3</sup>.

LC50/2H (inhalación, ratón) = 320 mg/m<sup>3</sup>.

El producto (forma de neblina) se ha clasificado como: cancerígeno humano categoría 1 (IARC); sospechoso como cancerígeno humano, grupo A2 (ACGIH), carcinógeno OSHA. Se reportan efectos teratogénicos y mutagénicos en animales de laboratorio. Se considera un irritante primario. No existe información disponible sobre efectos neurotóxicos y reproductivos.

### **SECCIÓN 12: INFORMACION ECOLOGICA**

#### **5.12.1 Toxicidad**

Perjudicial para todo tipo de animales

Toxicidad acuática: LC50/48H (agua aireada, camarón)=80-90ppm/48h.

Condiciones de bioensayo no especificada. CL50/48H Camarón adulto, agua salada=42.5-48 ppm. Condiciones de bioensayo no especificadas. En el agua el producto se disuelve rápidamente, produciendo una disminución de la viscosidad, facilitando su difusión en cuerpos de agua. A pH 6 y pH menor a 5, aumenta la concentración de iones calcio (provenientes de rocas y suelos). El ácido sulfúrico reacciona con el calcio y magnesio presentes para producir sulfatos.

Es considerado tóxico para la vida acuática.

#### **5.12.2 Persistencia y degradabilidad**

En la atmósfera el producto puede removerse lentamente por deposición

húmeda. En el aire puede ser removido por deposición en seco.

#### **5.12.3 Potencial de bioacumulación**

En el suelo el producto puede disolver algunos minerales como calcio y magnesio, deteriorando las características de estos.

#### **5.12.4 Movilidad en el suelo**

Durante el transporte a través del suelo, el ácido clorhídrico disolverá parte del material del suelo, en particular el que tenga base de carbonato.

### **SECCIÓN 13: CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN**

#### **5.13.1 Información sobre eliminación de desechos**

##### **Producto**

Para la eliminación de este producto, dirigirse a un servicio profesional autorizado. Ofertar el sobrante y las soluciones no-aprovechables a una compañía de vertidos acreditada.

##### **Envases contaminados**

Eliminar como producto no usado.

### **SECCIÓN 14: INFORMACIÓN DE TRANSPORTACIÓN**

Etiqueta negra y blanca de sustancia corrosiva. No transporte con sustancias explosivas, sustancias que en contacto con agua pueden desprender gases inflamables, sustancias comburentes, peróxidos orgánicos, materiales radiactivos, ni alimentos. Grupo de empaque: II.

### **SECCIÓN 15: INFORMACIÓN REGLAMENTARIA**

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

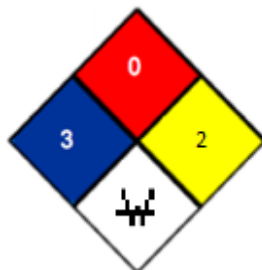
1. Ley 769/2002. Código Nacional de Tránsito Terrestre. Artículo 32: La carga de un vehículo debe estar debidamente empacada, rotulada, embalada y cubierta conforme a la normatividad técnica nacional.
2. Decreto 1609 del 31 de Julio de 2002, Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.
3. Ministerio de Transporte. Resolución número 3800 del 11 de diciembre de 1998. Por el cual se adopta el diseño y se establecen los mecanismos de distribución del formato único del manifiesto de carga.

4. Los residuos de esta sustancia están considerados en: Ministerio de Salud. Resolución 2309 de 1986, por la cual se hace necesario dictar normas especiales complementarias para la cumplida ejecución de las leyes que regulan los residuos sólidos y concretamente lo referente a residuos especiales.

5. Ministerio de Justicia. Ley 30 de 1986. Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Estupefacientes y se dictan otras disposiciones.

## SECCIÓN 16: OTRA INFORMACIÓN

### 6.16.1 National Fire Protection Association (NFPA)



Clasificación de riesgo NFPA

Salud: 3 (muy peligroso)

Fuego: 0 (sin riesgo)

Reactividad: 2 (riesgoso)

Advertencias especiales: Corrosivo

## MSDS 6 Ácido acético

### SECCIÓN 1: IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA / MEZCLA Y DE LA COMPAÑÍA / EMPRESA

#### 8.1.1 identificación del producto.

Nombre comercial: ácido acético.

Caracterización Química:  $H_2SO_4$

Sinónimos: Aceite de vitriolo, Acido para baterías, Sulfato de hidrógeno, Acido de decapado, Espíritus de Azufre, Acido electrolito, Sulfato de dihidrógeno

Numero de Cas: 7664-93-9

#### 8.1.2 Usos pertinentes de la sustancia o mezcla.

Usos generales: En la manufactura de fosfato y sulfato de amonio, la producción de rayón y fibras textiles, pigmentos inorgánicos, explosivos, alcoholes, plásticos, tintas, drogas, detergentes sintéticos, caucho sintético y natural, pulpa, papel, celulosa y catalizadores; en la refinación del petróleo, acero y otros metales; en electro plateado y como reactivo de laboratorio.

#### 6.1.5 Detalles del proveedor de la ficha de seguridad.

Nombre de la compañía: VALNO, S.A. DE C.V.  
Dirección: Emiliano Zapata No. 375, Col. Ejidos de Santa María Aztahuacan  
Ciudad, estado, CP: Iztapalapa, D.F., C.P. 09570  
Sitio web: <http://valno.com.mx/>  
Teléfono: +52 01(55) 5642-1790

## SECCIÓN 2: IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS

### 6.2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

H290 Puede ser corrosiva para los metales  
H314 Provoca Graves quemaduras en la piel y lesiones oculares  
H318 Provoca Lesiones oculares graves  
H335 Toxicidad específica en determinados órganos-exposición única (Categoría 3), Sistema respiratorio  
H401 Tóxico para los organismos acuáticos, Categoría 2

### 6.2.2 Elementos de etiqueta

#### Etiquetado (SGA)



Palabra: Peligro

#### GHS Indicaciones de peligro

H290 Sustancias y mezclas corrosivas para los metales  
H314 Corrosión/irritación cutánea, Categoría 1A  
H318 Lesiones oculares graves/irritación ocular, Categoría 1  
H335 Toxicidad específica en órganos blanco (exposición única); irritación de las vías respiratorias  
H401 Tóxico para los organismos acuáticos, Categoría 2  
P103 Leer la etiqueta antes del uso  
P260 No respirar el polvo/ el humo/ el gas/ la niebla/ los vapores/ el aerosol.

P262 Evitar todo contacto con los ojos, la piel o la ropa

P280 Usar guantes / ropa de protección / equipo de protección para la cara / los ojos

P284 En caso de ventilación insuficiente, llevar equipo de protección respiratoria

P302 + P352 En caso de contacto con la piel, lavar con abundante agua al menos durante 15 minutos.

P304 + P340 En caso de inhalación, transportar la persona al aire libre y mantenerla en una posición que le facilite la respiración.

P301 + P330 + P331 En caso de ingestión, enjuagar la boca. No provocar el vómito

P303 + P361 + P353 En caso de contacto con la piel o el pelo, quitar inmediatamente toda la ropa contaminada. Enjuagar la piel con agua o ducharse

P420 Almacenar separadamente de materiales incompatibles

P406 Almacenar en un recipiente resistente a la corrosión/en un recipiente con revestimiento interior resistente

P403 + P233 Almacenar en un lugar bien ventilado. Mantener el recipiente cerrado herméticamente.

### 6.2.3 Peligros no clasificados de otra manera

Ninguno.

## SECCIÓN 3: COMPOSICIÓN/ INFORMACIÓN DE LOS INGREDIENTES

### 6.3.1 Sustancias.

Componente	CAS	% (Wt/Wt)
Ácido acético	7664-93-9	50 - 98 %
Agua	7732-18-5	50 - 2 %

## SECCIÓN 4: PRIMEROS AUXILIOS

### 6.4.1 Descripción de los primeros auxilios

#### Recomendaciones generales

Evite la exposición al producto, tomando las medidas de protección adecuadas. Consulte al médico, llevando la hoja de datos de seguridad.

#### Si es inhalado

Trasladar al aire fresco. Si no respira administrar respiración artificial. Si

---

---

respira con dificultad suministrar oxígeno. Evitar el método boca a boca. Mantener la víctima abrigada y en reposo. Buscar atención médica inmediatamente.

**En caso de contacto con la piel**

Lave la zona afectada con abundante agua corriente durante al menos 20 minutos. Retire la ropa y accesorios contaminados bajo el agua corriente. En caso de presentarse quemaduras consiga atención médica inmediatamente.

Si se tiene disponible aplique Diphotérine (Ver sección 16.2) en aerosol o solución en la zona contaminada de acuerdo con las instrucciones de uso.

**En caso de contacto con los ojos**

Cumplimiento de medidas generales

Iniciar enjuague con agua corriente por lo menos durante 30 minutos si persiste la irritación, repita el enjuague.

En caso de quemaduras consiga atención médica.

Valorar el ingreso hospitalario, el uso de antibióticos, analgésicos y antiinflamatorios.

Valorar oclusión de ambos ojos.

Revaloración cada 24 horas a cargo de la oftalmología

No usar en ningún caso antidotos, soluciones neutralizantes o remedios caseros.

**Por ingestión**

No provocar el vómito. Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua. Traslade de inmediato a medio hospitalario. Durante el traslado si la víctima está alerta enjuáguele la boca y proporcione 250 mililitros de agua cada 5 minutos durante 20 minutos, si ocurre un vómito espontáneo, haga que la víctima se incline hacia adelante con la cabeza hacia abajo para evitar que aspire el vómito, enjuáguele la boca.

**4.4.6 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados**

Los efectos corrosivos en la piel y los ojos pueden presentarse en forma tardía y el daño puede ocurrir sin sensación o inicio del dolor. La exposición a altas concentraciones puede conducir rápidamente a la hinchazón y al espasmo de la garganta y producir sofocación o incluso la muerte. Las personas expuestas más seriamente presentan rápidamente respiración acelerada, coloración azul de la piel y estrechamiento de los bronquios. Las exposiciones severas pueden desarrollar una acumulación de fluido en los pulmones

**4.4.7 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente**

Después de proporcionar los primeros auxilios, es indispensable la comunicación directa con un médico especialista en toxicología, que brinde información para el manejo médico de la persona afectada, con base en su estado, los síntomas existentes y las características de la sustancia química con la cual se tuvo contacto.

---

---

## SECCIÓN 5: MEDIDAS CONTRA INCENDIOS

### 6.5.1 Medios de extinción

Usar el agente de extinción según el tipo de incendio del alrededor. No use grandes corrientes de agua a presión. Use polvo químico seco, espuma tipo alcohol, dióxido de carbono.

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

Mantener alejado de materiales combustibles finamente divididas y de metales. Evitar el contacto con agua porque genera calor. Mantener retirado de materiales incompatibles.

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

Evacuar o aislar el área de peligro. Restringir el acceso a personas innecesarias y sin la debida protección. Ubicarse a favor del viento. Usar equipo de protección personal. Si usa agua (agua en forma de rocío) para apagar el fuego del alrededor evitar que haga contacto con el ácido. Mantenerse a favor del viento. Si es posible, retirarlo del fuego.

### 6.5.4 Otros datos

No es inflamable, ni combustible, pero diluido y al contacto con metales produce hidrógeno el cual es altamente inflamable y explosivo. Puede encender materias combustibles finamente divididas. Durante un incendio se pueden producir humos tóxicos e irritantes. Los contenedores pueden explotar durante un incendio si están expuestos al fuego o por contacto con el agua por la alta liberación de calor.

## SECCIÓN 6: MEDIDAS DE LIBERACIÓN DE ACCIDENTES

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

Usar protección respiratoria. Evitar respirar los vapores, la neblina o el gas. Asegúrese una ventilación apropiada.

Evacuar el personal a zonas seguras.

Equipo de protección individual, ver sección 8.

### 6.6.2 Precauciones relativas al medio ambiente

Eliminar toda fuente de ignición. No tocar el material. Contener el derrame con diques hechos de arena, tierras diatomáceas, arcilla u otro material inerte para evitar que entre en alcantarillas, sótanos y corrientes de agua. No adicionar agua al ácido. Neutralizar lentamente, con ceniza de soda, cal u otra base. Después recoger los productos y depositar en contenedores con cierre hermético para su posterior. Revise los requisitos federales,

---

---

estatales y locales antes de la disposición de los residuos sugeridos: NOM-052-SEMARNAT-2005: Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de estos y los límites que hacen a un residuo peligroso.

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

Lugares ventilados, frescos y secos. Lejos de fuentes de calor, ignición y de la acción directa de los rayos solares. Separar de materiales incompatibles. Rotular los recipientes adecuadamente. No almacenar en contenedores metálicos. No fumar porque puede haberse acumulado hidrógeno en tanques metálicos que contengan ácido. Evitar el deterioro de los contenedores. Mantenerlos cerrados cuando no están en uso. Almacenar las menores cantidades posibles. Los contenedores vacíos deben ser separados. Inspeccionar regularmente la bodega para detectar posibles fugas o corrosión. El almacenamiento debe estar retirado de áreas de trabajo. El piso debe ser sellado para evitar la absorción. Los equipos eléctricos, de iluminación y ventilación deben ser resistentes a la corrosión. Disponer en el lugar de elementos para la atención de emergencias.

## **SECCIÓN 7: MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO**

### **6.7.1 Precauciones para una manipulación segura**

Evítese el contacto con los ojos y la piel. Evitar la inhalación de vapor o neblina. Ver precauciones en la sección 2.2

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

Almacénelo en un área fresca, seca y bien ventilada. El ácido no debe ser almacenado cerca de sustancias inflamables u oxidantes, orgánicos, álcalis o cerca de metales. Utilice materiales estructurales y sistemas de iluminación y ventilación resistentes a la corrosión en el área de almacenaje. Utilice recipientes que estén etiquetados con seguridad y protegidos contra daños. Los tanques para almacenaje deben estar pintados con un material resistente al ácido. Utilice equipo de transferencia resistente a la corrosión cuando lo esté distribuyendo. Limite la cantidad de material almacenado. Restrinja el acceso al área de almacenaje. Coloque letreros de advertencia como sea necesario. Mantenga el área de almacenaje separada de las áreas de trabajo donde haya gente. Inspeccione periódicamente para revisar que no haya fallas, como daños o fugas. Los tanques de almacenaje deben estar sobre el nivel del suelo y rodeados con diques capaces de contener toda su capacidad. El equipo



---

---

eléctrico debe ser a prueba de flama y protegido contra la acción corrosiva. Debe almacenarse a temperatura ambiente o menor.

## **SECCIÓN 8: CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL**

### **8.8.1 Parámetros de control**

Ventilación local y general, para asegurar que la concentración no exceda los límites de exposición ocupacional. Control exhaustivo de las condiciones de proceso. Debe disponerse de duchas y estaciones lavaojos.

### **8.8.2 Controles de exposición**

#### **Controles técnicos apropiados**

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. Disponer de traje resistente al producto para usar en caso de emergencia. Los equipos de protección personal para el cuerpo se deben seleccionar en base a las tareas a ejecutar y a los riesgos involucrados. Protéjase los ojos, cara y piel del contacto con el producto.

#### **Protección personal:**

Protección de los ojos/ la cara

Gafas de seguridad ajustadas al contorno del rostro. Visera protectora (mínimo 20 cm En caso de formarse vapores/aerosoles, usar equipo respiratorio adecuado. Filtro E (HCl). Filtro P (HCl)

#### **Protección de la piel:**

Manipular con guantes de PVC, nitrilo o butilo. Los guantes deben ser inspeccionados antes de su uso. Utilice la técnica correcta de quitarse los guantes (sin tocar la superficie exterior del guante) para evitar el contacto de la piel con este producto. Deseche los guantes contaminados después de su uso, de conformidad con las leyes aplicables y buenas prácticas de laboratorio. Lavar y secar las manos.

#### **Protección Corporal:**

Utilice traje antiácido completo para reparaciones de derrames de sosa sólida o líquida.

#### **Protección respiratoria:**

Respirador con filtro para vapores ácidos.

#### **Control de exposición ambiental:**

Para información sobre la eliminación, véase la sección 13.

## SECCIÓN 9: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

### 6.9.1 Información en base a las propiedades físicas y químicas.

- a) Aspecto Forma: Líquido aceitoso incoloro o café. Inodoro, pero concentrado es sofocante e higroscópico.
- b) Olor: Picante, sofocante, a huevo podrido, a aguas termales.
- c) Umbral olfativo: Sin datos disponibles
- d) pH: 0.3 (Solución acuosa 1 N)
- e) Punto de fusión/ punto de congelación  
Punto/intervalo de fusión: 3 °C (98%); -64°C (65%).
- f) Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición 274°C (100%), 280 °C (95%) a 1,013hPa (760 mmHg)
- g) Punto de inflamación: Sin datos disponibles.
- h) Tasa de evaporación: 100
- i) Inflamabilidad (sólido, Sin datos disponibles gas)
- j) Inflamabilidad superior/inferior o límites explosivos: Sin datos disponibles
- k) Presión de vapor: Menor de 0.3 /25°C, 1.0 / 38°C
- l) Densidad de vapor: 3.4
- m) Densidad relativa: 1.84(98%), 1.4(50%).
- n) Solubilidad en agua: Soluble en agua y alcohol etílico (descompone en este último).
- o) Coeficiente de reparto n-octanol/agua: Sin datos disponibles
- p) Temperatura de autoinflamación: Sin datos disponibles
- q) Temperatura de descomposición: Sin datos disponibles
- r) Viscosidad: 21 cP / 25°C.
- s) Propiedades explosivas: Sin datos disponibles
- t) Propiedades comburentes: Sin datos disponibles

### 6.9.2 Otra información de seguridad

Sin datos disponibles

## SECCIÓN 10: ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

### 6.10.1 Reactividad

No hay peligro de reactividad distintos de los que se describen a continuación.

### 6.10.2 Estabilidad química

Descompone a 340°C en trióxido de azufre y agua. El producto reacciona violentamente con el agua, salpicando y liberando calor.

#### **6.10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas**

Cuando lo diluya, agregue el ácido al agua. NO AGREGUE agua al ácido.

NOTA: Reacciona vigorosamente en contacto con el agua.

#### **6.10.4 Condiciones que deben evitarse**

Calor, humedad, incompatibles.

#### **6.10.5 Materiales incompatibles**

Es incompatible con Carburos, cloratos, fulminatos, metales en polvo, sodio, fósforo, acetona, ácido nítrico, nitratos, picratos, acetatos, materias orgánicas, acrilonitrilo, soluciones alcalinas, percloratos, permanganatos, acetiluros, epiclorhidrina, anilina, etilendiamina, alcoholes con peróxido de hidrógeno, ácido clorosulfónico, ácido fluorhídrico, nitrometano, 4-nitrotolueno, óxido de fósforo, potasio, etilenglicol, isopreno, estireno.

#### **6.10.6 Productos de descomposición peligrosos**

Vapores Tóxicos de óxido de azufre cuando se calienta hasta la descomposición. Reacciona con el agua o vapor produciendo vapores tóxicos y corrosivos. Reacciona con carbonatos para generar gas dióxido de carbono y con cianuros y sulfuros para formar el venenoso gas cianuro de hidrógeno y sulfuro de hidrógeno respectivamente.

### **SECCIÓN 11: INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA**

#### **6.11.1 Información sobre los efectos toxicológicos**

Las propiedades toxicológicas son dadas para la sustancia pura.

DL50 (oral, ratas) = 2140 mg/Kg.

LC50 (inhalación, conejillo de indias) = 18 mg/m<sup>3</sup>.

LC50/2H (inhalación, rata) = 510 mg/m<sup>3</sup>.

LC50/2H (inhalación, ratón) = 320 mg/m<sup>3</sup>.

El producto (forma de neblina) se ha clasificado como: cancerígeno humano categoría 1 (IARC); sospechoso como cancerígeno humano, grupo A2 (ACGIH), carcinógeno OSHA. Se reportan efectos teratogénicos y mutagénicos en animales de laboratorio. Se considera un irritante primario. No existe información disponible sobre efectos neurotóxicos y reproductivos.

### **SECCIÓN 12: INFORMACION ECOLOGICA**

#### **6.12.1 Toxicidad**

Perjudicial para todo tipo de animales

Toxicidad acuática: LC50/48H (agua aireada, camarón)=80-90ppm/48h.

Condiciones de bioensayo no especificada. CL50/48H Camarón adulto,

agua salada=42.5-48 ppm. Condiciones de bioensayo no especificadas. En el agua el producto se disuelve rápidamente, produciendo una disminución de la viscosidad, facilitando su difusión en cuerpos de agua. A pH 6 y pH menor a 5, aumenta la concentración de iones calcio (provenientes de rocas y suelos). El ácido sulfúrico reacciona con el calcio y magnesio presentes para producir sulfatos.

Es considerado tóxico para la vida acuática.

#### **6.12.2 Persistencia y degradabilidad**

En la atmósfera el producto puede removerse lentamente por deposición húmeda. En el aire puede ser removido por deposición en seco.

#### **6.12.3 Potencial de bioacumulación**

En el suelo el producto puede disolver algunos minerales como calcio y magnesio, deteriorando las características de estos.

#### **6.12.4 Movilidad en el suelo**

Durante el transporte a través del suelo, el ácido clorhídrico disolverá parte del material del suelo, en particular el que tenga base de carbonato.

### **SECCIÓN 13: CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN**

#### **6.13.1 Información sobre eliminación de desechos**

##### **Producto**

Para la eliminación de este producto, dirigirse a un servicio profesional autorizado. Ofertar el sobrante y las soluciones no-aprovechables a una compañía de vertidos acreditada.

##### **Envases contaminados**

Eliminar como producto no usado.

### **SECCIÓN 14: INFORMACIÓN DE TRANSPORTACIÓN**

Etiqueta negra y blanca de sustancia corrosiva. No transporte con sustancias explosivas, sustancias que en contacto con agua pueden desprender gases inflamables, sustancias comburentes, peróxidos orgánicos, materiales radiactivos, ni alimentos. Grupo de empaque: II.

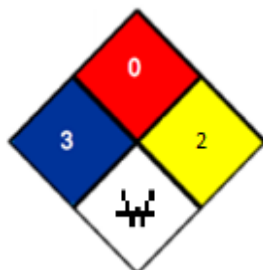
### **SECCIÓN 15: INFORMACIÓN REGLAMENTARIA**

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

1. Ley 769/2002. Código Nacional de Tránsito Terrestre. Artículo 32: La carga de un vehículo debe estar debidamente empacada, rotulada, embalada y cubierta conforme a la normatividad técnica nacional.
2. Decreto 1609 del 31 de Julio de 2002, Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.
3. Ministerio de Transporte. Resolución número 3800 del 11 de diciembre de 1998. Por el cual se adopta el diseño y se establecen los mecanismos de distribución del formato único del manifiesto de carga.
4. Los residuos de esta sustancia están considerados en: Ministerio de Salud. Resolución 2309 de 1986, por la cual se hace necesario dictar normas especiales complementarias para la cumplida ejecución de las leyes que regulan los residuos sólidos y concretamente lo referente a residuos especiales.
5. Ministerio de Justicia. Ley 30 de 1986. Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Estupefacientes y se dictan otras disposiciones.

## SECCIÓN 16: OTRA INFORMACIÓN

### 8.16.1 National Fire Protection Association (NFPA)



Clasificación de riesgo NFPA

Salud: 3 (muy peligroso)

Fuego: 0 (sin riesgo)

Reactividad: 2 (riesgoso)

Advertencias especiales: Corrosivo

**ANEXO II –****Ficha técnica 1 PLC con ARDUINO (ATMEGA2560) V6. CON 24 ENTRADAS, 16 SALIDAS MOSFET, ENTRADAS DE CORRIENTE Y VOLATAJE.****SECCIÓN 1: Especificaciones técnicas**

1. Tensión de alimentación.....	24VDC
2. Corriente de alimentación.....	200mA
3. Entradas digitales 15-24VDC.....	24
4. Entradas analógicas (corriente) 4-20mA.....	2
5. Entradas analógicas (voltaje) 0-10V.....	4
6. Entradas digitales DIP_SWITCH.....	4
7. Salida PWM (0-10VDC).....	2
8. Salidas RLY.....	8
•	
• Tensión	
AC.....	250V
• Corriente	
AC.....	5A
• Tensión	
DC.....	30V
• Corriente DC.....	5A
9. Salidas transistores Mosfet's.....	8
• Tensión	
DC.....	30V
• Corriente DC.....	5A
10. Puerto de comunicación serial.....	1
11. Comunicación ISP.....	1
12. Comunicación I2C.....	1
13. Comunicación RS485.....	1
14. Reloj de tiempo real.....	Sí
15. Programación Directa.....	Ordenador – PLC V6
16. Entorno de programación.....	Arduino IDE (Ladder en desarrollo)
17. Condiciones ambientales min.....	-40°
18. Condiciones ambientales max.....	85°
19. Dimensiones.....	150x119mm
20. Empotrable.....	Sí

## SECCIÓN 2: Esquemático electrónico.

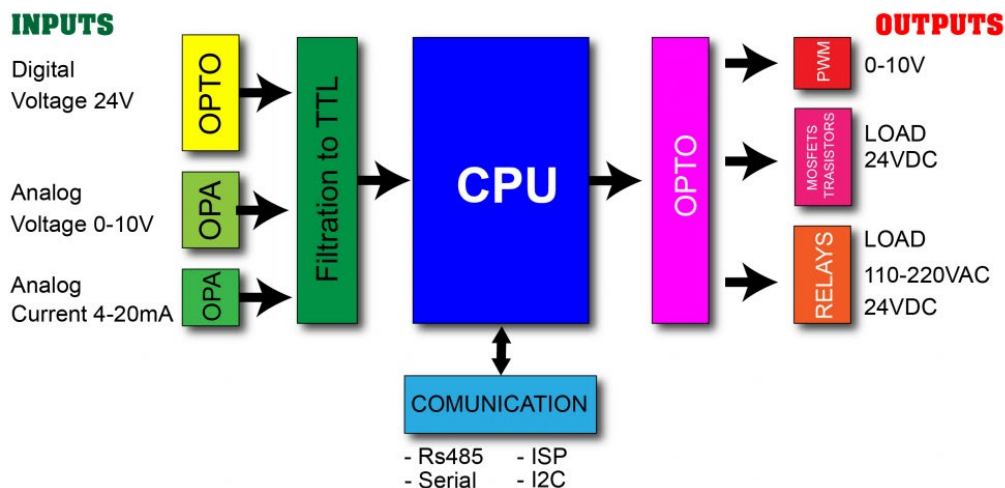


## SECCIÓN 3: RELACIÓN DE BORNERAS EXTERNAS Y ATMEGA2560

Entradas Digitales	Atmega 2560 (Pin Arduino)	Entradas analógicas corriente (4-20mA)	Atmega 2560 (Pin Arduino)	Salidas de Transistor MOSFET	Atmega 2560 (Pin Arduino)
IN0	D2	I0	A1	Q0	D3
IN1	D22	I1	A0	Q1	D4
IN2	D23	<b>Entradas analógicas voltaje (0-10V)</b>	(Pin Arduino)	Q2	D5
IN3	D24		A2	Q3	D6
IN4	D25		A3	Q4	D7
IN5	D26		A4	Q5	D8
IN6	D27	A12	A5	Q6	D9
IN7	D28	A13		Q7	D10
IN8	D29				
IN9	D30	<b>Estado de LED (placa interna)</b>	(Pin Arduino)	<b>Salidas de Relays</b>	(Pin Arduino)
IN10	D31	Verde	D64	Q0.0	D13
IN11	D32	Naranja	D65	Q0.1	D43
IN12	D33			Q0.2	D44
IN13	D34			Q0.3	D45
IN14	D35			Q0.4	D46
IN15	D36			Q0.5	D47
IN16	D37			Q0.6	D48
IN17	D38			Q0.7	D49
IN18	D39				
IN19	D40				

IN20	D41	<b>Salidas PWM (0-10V)</b>	<b>(Pin Arduino)</b>
IN21	D42		
IN22	D60		
IN23	D61		
		AO0	D11
		AO1	D12

## SECCIÓN 4: ARQUITECTURA PLC V6



## SECCIÓN 5: contacto.

Nombre de la compañía: Electroall  
 Localidad: Arequipa- Perú  
 Correo: carlos\_admin@electroallweb.com  
 Sitio web: <https://www.electroallweb.com>

### AI.3 –Glosario

<sup>i</sup> Hidrófuga: que evita la humedad o las filtraciones

<sup>ii</sup> Colágeno: es una molécula proteica o proteína que forma fibras, las fibras colágenas. Es el componente más abundante de la piel

Boquilla. - Orificio practicado en un tanque para la entrada y/o salida de un fluido o la instalación de un instrumento de medición, generalmente son bridas o roscadas.

Brida. - Accesorio para acoplamiento de tuberías, que facilita el armado y desarmado de las mismas.

Carga hidrostática. - La presión ejercida por un líquido en reposo.

Carga muerta. - La fuerza debida al peso propio de los elementos a considerar.

Carga viva. - La fuerza ejercida por cuerpos externos, tales como: nieve, lluvia, viento, personas y/o objetos en tránsito, etc.

Código. - Conjunto de mandatos dictados por una autoridad competente.

Corrosión. - Desgaste no deseado, originado por la reacción química entre el fluido contenido y/o procesado y el material de construcción del equipo en contacto con el mismo.



Eficiencia de juntas soldadas. - Valor numérico dado por el Código o estándar correspondiente (Grado de Confiabilidad).

Estándar. - Sugerencias para la fabricación y diseño, originadas por la experiencia.

Norma. - Conjunto de reglas para el dimensionamiento y cálculo de accesorios.

Presión atmosférica. - Es la producida por el peso del aire y su valor depende de la altura del sitio indicado sobre el nivel del mar.

Presión de diseño. - Es la presión manométrica considerada para efectuar los cálculos.

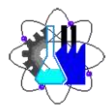
Presión de operación. - Presión manométrica a la cual estará sometido el tanque en condiciones normales de trabajo.

Presión de prueba. - Valor de la presión manométrica que sirva para realizar la prueba hidrostática o neumática.

Recipiente. - Depósito cerrado que aloja un fluido a una presión manométrica diferente a la atmosférica, ya sea positiva o negativa.

Tanque. - Depósito diseñado para almacenar o procesar fluidos, generalmente a presión atmosférica o presión internas relativamente bajas.

Planta. -cualquier objeto físico que pueda ser controlado. Puede ser un equipo, un juego de piezas de una máquina funcionando juntas, realizando una operación determinada.



Cuernavaca, Mor., a 16 de noviembre de 2021

**DR. JORGE AVELINO DOMÍNGUEZ PATIÑO**  
**DR. VÍCTOR MANUEL VELÁZQUEZ FLORES**  
**DR. ORLANDO FUENTES CASTAÑEDA**  
**DR. JOSÉ LUIS GUTIÉRREZ DÍAZ**  
**DR. FABIÁN JESÚS RENDÓN HERNÁNDEZ**

**P R E S E N T E**

Me permito comunicarles que han sido designados integrantes del **COMITÉ REVISOR** del trabajo de: **TESIS**

Titulado:

**Diseño e instrumentación de proceso para elaborar curtiente sintético con base en sulfonado**

Que presenta (el) o (la) **C. FERNANDO CARRILLO ORTEGA**

Del programa educativo de: **INGENIERÍA QUÍMICA**

**A T E N T A M E N T E**  
*Por una humanidad culta*

**DRA. VIRIDIANA AYDEÉ LEÓN HERNÁNDEZ**  
**DIRECTORA**

**Se anexa firma electrónica**

**D I C T A M E N**

**DRA. VIRIDIANA AYDEÉ LEÓN HERNÁNDEZ**  
**DIRECTORA DE LA FCQeI**  
**P R E S E N T E**

En respuesta a su amable solicitud para emitir DICTÁMEN sobre el trabajo que se menciona, me permito informarle que nuestro voto es:

VOTO	NOMBRE	FIRMA
	<b>DR. JORGE AVELINO DOMÍNGUEZ PATIÑO</b>	
	<b>DR. VÍCTOR MANUEL VELÁZQUEZ FLORES</b>	
	<b>DR. ORLANDO FUENTES CASTAÑEDA</b>	
	<b>DR. JOSÉ LUIS GUTIÉRREZ DÍAZ</b>	
	<b>DR. FABIÁN JESÚS RENDÓN HERNÁNDEZ</b>	

**El voto del comité es aprobatorio, se anexan firmas electrónicas**

VALH/fmg

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

**VIRIDIANA AYDEE LEON HERNANDEZ** | Fecha:2021-11-16 11:59:56 | Firmante

FePpo5Asxmu62MY62dZ8pU06Ayi+pr+snXYqxCV43dEZkrrNkSPv4InuTb1Toeq8Z7csomLizXjt7ukKGdssdfFWAJYRM8AqGap9efLzkXOGh/INgcVR9MVGFlfA+mN2p7odz/EoVeOVgXdGkTq4O9Q16BZhY7B4Tdc0J0uT1nxTMtGtSoJPbOGeqa9mqm7gCFdMYS1M24ZWHp3NbeY2YktxzY0OunD0zqb1Vlz+QoVMHPO/cfvVrvgDBMG71RxAel57rbgdLnlV8YxthPlqzKkMZT9nK/AtPCeXYfjUNm0o/aK51+Uv/3utbbLxlEOmTUoqOkCowcYVDp/4e9I4g==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[XULeJ2PzF](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/MeOA9ObafE8sFarwBRDovbkUimM5QsqT>



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

**ORLANDO FUENTES CASTAÑEDA | Fecha:2021-11-17 12:20:52 | Firmante**

Ov3NT/ba/2lIQY5rDxRh+huvPGLqm6dfbX8AFRpxNgIPsxYiwYIPTerUJ8udUQZy1J9M5Hm8h8Q7EjCNYmsRwmqIvuAloyxQAQmoMQkdGr9m5WmoEYiPdz0prVcMpQfVwfxuSbUULcOpi9bYtGDIGbghQpJWG9a+SoqV2DtFaZmRiNBgfWoQ8oLFTVkytuJf488SOqd52HPWP6Mw6IKW2pajwPjfhue7HbQF66D0T5phuNydoDI/lx/k8vI5xWgv02VKuBI75bD6oP+gOxxlWL90eYybhC3YV6YQZi2BDCjij6vUYg/V25oqXDMLU4qXWmcw9olaPAHIXB0n7GU91g==

**VICTOR MANUEL VELAZQUEZ FLORES | Fecha:2021-11-26 12:38:41 | Firmante**

vG4drEn+PXbr6URv+hpMrCzK5CTPI2qD+GmM+aZsdu3yek5jqbuoxXOMUBK3L4V7EYoix8KQy9e7bnQNMjekP+h5sVr/SZUuVKxheSb8GDQYZW+Pl+x/YVjdAMOfb1Y4pu0m8p3pBnwMQYKLMBm+AEy5GV1nXNs97rL0ZpUHk+/HONin5YbuK7wwiptFVfe1r9N89Wt0wycil1bijX+nrasG8cCh056kC5wD1QD4ea9kVJW+qZnTFTEHQ01A70kjKyFvcvM/WX4R8wmHUSTWg8f962mlA5hMm3XplpXGx9Ke7v7b/7l373CajGW6vHszDtVQnQKGPnVZFRn7uScZA==

**JORGE AVELINO DOMINGUEZ PATIÑO | Fecha:2021-12-07 19:30:16 | Firmante**

DenGrx5ZD5B2QTUveU43lpn3aGJp6jEclp5GdGZBxqfeDPK+QucXtk3ofSioXnjPxYecNdJQ7vCaHtNzQY+W/yKLz1+IeqQQbT/QpyR8hNWb/8Nd3PGs2MlprpUQKDD1RDxsCZ3TIFpQ2oCl1gDTYvhX26PSIZ+kAD2m4DLi1325OyH2PPpjqvq7m1Im+jO6aHkYO5ia5hfR3wLb01T8MdPjqXh8Jx/ZhEJ+sqUC/cd8lEnIsXpV27jNY6UC6hzR0A0XzHq/FB8ZamsekG7glxPmQqQsghluNjnt9UDmn3XFdiOFVsd+aBBQJQMZGDrex7dTvwE8qKLAmTfg7Pg==

**FABIAN JESUS RENDON HERNANDEZ | Fecha:2021-12-10 15:13:02 | Firmante**

P+uhBUN9l7XH6JZq6T7Uyt5SCWdtdiy+US4jqD5yghfvy1+PUW+bpQXDP7DMXKrEwwN5zyqrOo80DA3BstLY+9AcUxrwjl/mceNov5C9FalwiRI31ZmpMaRFxJwRnx60KeLB7eMkd2s1UTHLFP5rN+SBfPS1Ed27ljnBCxj6ZE6B/vf8q0sPvd24G5LIZ45z5TJTUTKvX38GBFxbLGD5ikeJ4FXSj4OIZHuR+OToGEbwPxeQHBMReg1B512yGhbJoUhaD9PaANK/PwmmVxjqFdn9JKJ+LYQnRZcDj8RQ+Hx+pnICGst0k+CgPYQSMqSZOdEOcok67i0gWgign6t4Xw==

**JOSE LUIS GUTIERREZ DIAZ | Fecha:2021-12-20 18:51:28 | Firmante**

ge36RQ1QfYDlGt8f5cblnVdNBEOOYQ/+C2EuYOX2XOF5tLklfBxsCBdLN/xtegOhZLRVtPxZs32XfOt9aoCFTg8sRY5XNiYkQvL/1tgXAZjdGrMBXp73bRjpKiUmvpHLda6QSTWKjOFMySyYLGCM/q8ZSA7Zvli/6Ye5eq8YV2C5o3tSGnOebWgmYF/Ub3lGbor/ClhTRxGNcbGHaU7rMELyQfxT7PER2pF/UCMc6gkMHfN+zeu6w0hj4wyvVRbAxrlYT3XIVomvUxlfrFwQ4lasOd1Ze48kb+vaZbHdTIA66po2MsfJQh6MdAnOx55B4JzaHhN3JssQppTHQ==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



CpdF0k32j

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/60B0d1YwwwHLk4pqEL82nqPICJzKPhR9>

