



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**DISEÑO DE UN FASCICULO SOBRE LA  
ELABORACION DE UN DIAGRAMA DE FLUJO DE  
PROCESO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO QUÍMICO**

**P R E S E N T A:**

**MARIO AUGUSTO LÓPEZ VILLAGRÁN**



**CIUDAD UNIVERSITARIA, CDMX**

**2017**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO ASIGNADO:**

**PRESIDENTE:      PROFESOR: JOSÉ ANTONIO ORTIZ RAMÍREZ**

**VOCAL:            PROFESOR: JUAN MARIO MORALES CABRERA**

**SECRETARIO:    PROFESOR: CARLOS ÁLVAREZ MACIEL**

**1er. SUPLENTE:  PROFESOR: MARTIN RIVERA TOLEDO**

**2º SUPLENTE:    PROFESOR: LUIS ÁNGEL MORENO AVENDAÑO**

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX  
SAN MARCOS, TULA DE ALLENDE, HIDALGO  
COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD, TULA DE ALLENDE, HIDALGO  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA, AZCAPOTZALCO, CD.MX**

**ASESOR DEL TEMA:  
CARLOS ÁLVAREZ MACIEL**

---

**SUSTENTANTE:  
MARIO AUGUSTO LÓPEZ VILLAGRÁN**

---

# Índice General

Índice General.....	3
INTRODUCCION.....	7
Objetivos .....	9
CAPITULO I CONCEPTUALIZACIÓN .....	9
1. Definición de un DFP.....	10
2. Importancia de un DFP .....	11
3. Ubicación del DFP dentro de la Ingeniería de Proyectos .....	13
4. Diferencias con un DTI y otros Diagramas.....	14
CAPITULO II EQUIPOS DE PROCESO.....	16
1. Operaciones Unitarias.....	17
1.1. Transferencia De Masa.....	18
1.1.1 Absorción.....	20
1.1.1.1 Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Inglés, Español y Simbología) .....	21
1.1.2 Destilación .....	22
1.1.2.1 Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Inglés, Español y Simbología) .....	24
1.1.3 Extracción .....	25
1.1.3.1 Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Inglés, Español y Simbología) .....	27
1.1.4. Adsorción .....	28
1.1.4.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología) .....	30
1.1.5. Intercambio Iónico.....	30
1.1.5.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología) .....	32
1.2. Transferencia De Energía .....	33
1.2.1. Intercambiador De Calor .....	35
1.2.1.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología) .....	39
1.2.2. Hornos.....	40
1.2.2.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología) .....	42

1.2.3. Radiadores, Enfriadores por aire o Soloaires .....	43
1.2.3.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología) .....	46
1.2.4. Evaporadores .....	46
1.2.4.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología) .....	48
1.2.5. Condensadores .....	49
1.2.5.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología) .....	51
1.2.6. Acumuladores De Calor.....	52
1.2.6.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología) .....	53
1.3. Transferencia de Masa y Energía simultáneamente .....	54
1.3.1. Cristalización .....	54
1.3.1.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología) .....	56
1.3.2. Secado .....	56
1.3.2.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología) .....	58
1.3.3. Liofilización.....	60
1.3.3.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología) .....	60
1.3.4. Enfriamiento De Líquidos (Torre De Enfriamiento).....	61
1.3.4.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología) .....	63
1.4. Transporte De Fluidos.....	64
1.4.1. Compresores .....	65
1.4.1.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología) .....	66
1.4.2. Bombas.....	67
1.4.2.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología) .....	68
1.4.3. Fluidización, Transportes Neumático e Hidráulico.....	72
1.4.3.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología) .....	73
1.5. Separación Física .....	73

1.5.1. Filtración .....	74
1.5.1.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología) .....	74
1.5.2. Sedimentación .....	77
1.5.2.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología) .....	78
1.5.3. Clasificación Hidráulica.....	78
1.5.3.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología) .....	79
1.5.4. Flotación.....	79
1.5.4.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología) .....	80
1.5.5. Centrifugación.....	81
1.5.5.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología) .....	82
1.5.6. Ósmosis Inversa .....	83
1.5.6.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología) .....	83
1.6. Operaciones Físicas Complementarias.....	84
1.6.1. Trituración .....	84
1.6.1.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología) .....	85
1.6.2. Molienda.....	87
1.6.2.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología) .....	88
1.6.3. Tamizado .....	89
1.6.3.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología) .....	89
1.6.4. Mezclado .....	90
1.6.4.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología) .....	91
1.6.5. Almacenaje Materiales.....	93
1.6.5.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología) .....	95
2. Procesos Unitarios.....	100
2.1. Reactores.....	100

2.1.1. Reactor Batch.....	102
2.1.1.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología) .....	103
2.1.2. CSTR.....	103
2.1.2.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología) .....	104
2.1.3. PFR.....	104
2.1.3.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología) .....	105
CAPITULO III DESCRIPCIÓN DE UN DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO (DFP)	
.....	106
3. Partes De Un Diagrama De Flujo De Proceso (DFP).....	106
3.1 Características Generales de los Diagramas de Flujo de Proceso.....	107
3.2 Contenido de las Plantillas y su uso .....	110
3.3 Nomenclatura de Líneas, Equipos y su aplicación .....	115
3.4 Consideraciones para el Dibujo de Líneas y Equipos.....	119
3.5 Descripción de Equipos.....	122
3.6 Cuadro de Balance o Resumen de Flujo .....	124
3.7 Misceláneo .....	125
CAPITULO IV DIBUJO DE UN DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO (DFP).....	132
4. Recomendaciones Generales Sobre La Elaboración De Un DFP.....	132
4.1 Elaboración del Diagrama (Procedimiento) .....	134
4.2 Identificación con Colores .....	138
4.3 Uso de Software.....	143
4.4 Checklist.....	146
CONCLUSIONES.....	147
EJEMPLOS DE DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROCESO .....	149
ANEXO.....	157
DIAGRAMA DE LOS EQUIPOS DE PROCESO .....	157
<b>ANEXO A:</b> Tipo de hojas.....	158
<b>ANEXO B:</b> Codificación empleada para Equipos y Material de Proceso.....	159
<b>ANEXO C:</b> Codificaciones empleadas para Líneas de Proceso y Servicio.....	165
<b>ANEXO D:</b> Simbología de los equipos .....	170

<b>ANEXO E: Descripción de Equipo</b> .....	202
Bibliografía .....	209



## INTRODUCCION

Este documento busca manifestar ante el estudiante de Ingeniería Química que incursiona en la elaboración de un Diagrama de Flujo de Proceso (DFP) una guía que contenga las características elementales que integran a un DFP, así como su elaboración basada en diversas normatividades vigentes a nivel nacional e internacional, las cuales pueden vincularse con materias de la carrera desde tronco básico profesional. Correlativamente se describen y clasifican los equipos de proceso más comunes en la industria química incluyendo su nomenclatura y simbología más utilizada, al igual que algunas recomendaciones generales para su diseño.

Esta tesis pretende solucionar las dudas más frecuentes sobre la elaboración de un Diagrama de Flujo de Proceso al realizar una descripción breve de los elementos que lo integran, así como hacer recomendaciones cardinales con respecto a su preparación, poniendo al alcance de estudiantes y profesionales un texto compendiado que facilite su consulta, a partir de la clasificación de los equipos de proceso en dos grandes grupos, las cuales son Operaciones Unitarias y Procesos Unitarios. Dicha organización permite subordinar a los Equipos de Proceso de acuerdo al Fenómeno de Transporte que en mayor magnitud lo gobierna, siendo esta categorización compatible con el programa de estudios de la Facultad de Química y de diversas fuentes literarias.

Con el objetivo de generar una herramienta de consulta práctica se examinaron similitudes entre diversos criterios a modo de conjuntar resultados que permitan interpretar y diseñar un Diagrama de Flujo de Proceso mostrando los aspectos claves, como son ejemplos gráficos, símbolos, acrónimos, nombres y sus traducciones al idioma inglés.

Complementario a la elaboración se propone el uso de herramientas computacionales mencionando algunas aplicaciones que facilitan el dibujo. Además se estipuló una conceptualización de los DFPs al definir y explicar la importancia de estos documentos dentro de la ingeniería de proyectos y de este modo, exponer las diferencias e interrelación con otros diagramas de ingeniería.

## Objetivos

Se pretende diseñar un escrito que exponga y describa los rasgos básicos que constituyen a un Diagrama de Flujo de Procesos, partiendo de su conceptualización hasta efectuar recomendaciones generales sobre su elaboración, mostrando la simbología y acronimitos más frecuentes así como una breve descripción de las operaciones y procesos unitarios.

### 1. Definición de un DFP

Un Diagrama de Flujo de Proceso (DFP), conocido en inglés como *Process Flow Diagram (PFD)*, es una representación gráfica de las operaciones y procesos unitarios que integran un proceso o sección de éste a partir de símbolos y nomenclaturas previamente establecidas teniendo como objetivo transmitir información precisa y clara a todo el personal involucrado en un proyecto. Por tanto se enfocan en transmitir información suficiente sin tener la necesidad de profundizar en aspectos detallados evitando el cruce o exceso de información, y en este sentido, facilitar el acceso a las ingenierías auxiliares u otras disciplinas implícitas en un proyecto.

En consecuencia el Ingeniero Químico emplea estos diagramas para proponer un proceso, el cual muestra en una secuencia lógica los equipos principales y operaciones unitarias implícitas, simplificando su visualización y especificando los balances de materia y energía.

Se puede decir que estos diagramas funcionan como un mapa del proceso, los cuales sirve para enfocar y plantear los alcances de un proyecto, teniendo los DFPs la capacidad de interrelacionar disciplinas si se incluye la información apropiada.

Generalmente los DFPs incluyen una tabla en el pie de página donde se aporta información clave la cual nos permite identificar los flujos principales, las condiciones de los equipos de proceso (temperatura y presión) así como número de diagrama, registro histórico de revisiones y licenciador.

Ocasionalmente los diagramas contienen servicios auxiliares tales como corrientes de agua, vapor, refrigerantes, aire, combustibles, etc. Aunque estos componentes en esencia no corresponden al diseño básico y resulta necesario incluirlos en la medida como se obtenga información, porque pueden impactar el diseño.

Los Diagramas de Flujo de Proceso en su forma más elemental tienen la finalidad de ilustrar a modo generalizado el funcionamiento de una planta, brindando algunos detalles pertinentes sobre el proceso (equipos principales, balances de materia y energía, condiciones de las corrientes, etc.). Sentando de esta manera las bases de la ingeniería de detalle, y desarrollando de esta forma documentos de especialidad. Paralelo a lo anterior, los DFPs deben de tener la capacidad de transmitir información independientemente del idioma del usuario y por tanto el diseño debe realizarse de acuerdo a criterios previamente establecidos.

## 2. Importancia de un DFP

Como se ha mencionado los Diagramas de Flujo de Proceso son parte de la ingeniería básica de un proyecto, puesto que muestran algunas características fundamentales para el diseño de proceso, como son, líneas y equipos más relevantes, balances de materia y energía, condiciones, descripción de los equipos, Variables fundamentales a controlar, etc. Por tanto es evidente que un DFP es un componente primordial para la gestión de un proceso puesto que proporciona y cimienta la información esencial para continuar con el esquema general de un proyecto (cabe aclarar que los DFPs no quedan estáticos en la ingeniería básica sino que se van mejorando conforme se efectúan diversas revisiones sobre su diseño). Es preciso mencionar su versatilidad al poner a disposición de mucho

personal una gran cantidad de información necesaria, de esta manera los usuarios alinean objetivos evitando el trabajo repetitivo y errores.

A continuación se muestran algunos de los potenciales "usuarios de un DFP:

- Directivos
- Jefes de departamento
- Ingenieros de proyecto
- Diseñadores
- Fabricantes de equipos
- Superintendentes de plantas
- Verificadores e ingenieros evaluadores
- Personal de operación
- Personal de servicio externo"

(Anaya Durand, Barragán Acevedo, & Vergara Vega, 2015)

Resulta evidente que debido a la gran cantidad de personal implícito en el diseño de un DFP, se emiten algunas revisiones con la finalidad de refinar la información y presentación de estos documentos, hasta el grado en que se apruebe para su construcción. Poniendo en términos generales, su importancia radica en la gran versatilidad para vincular disciplinas, así como en la capacidad para transmitir información precisa y lógica por medio de la correcta esquematización de los procesos, fungiendo como documento base para la ingeniería de detalle, manteniendo presente que los diagramas deben conservar una amplia relación administrativa y estética, como se explicara más adelante en el Capítulo 4.

### 3. Ubicación del DFP dentro de la Ingeniería de Proyectos

Los Diagramas de Flujo de Procesos son documentos que forman parte fundamental de la ingeniería básica porque contienen información esencial para el desarrollo de proyectos evitando hacer un diseño minucioso del proceso, como por ejemplo, la especificación de los materiales, la distribución espacial de las líneas y equipos, soportería, estructuras y cimientos, etc. Sin embargo a pesar de no contener información muy detallada cumplen con la necesidad de establecer las bases que permiten desarrollar diagramas y otros documentos mucho más específicos a manera de dar pie a la ingeniería de detalle.

El Ingeniero Químico utiliza los Diagramas de Flujo de Proceso para mostrar la secuencia lógica de un proceso o sección de este mediante símbolos y nomenclaturas previamente establecidas, a modo de ilustrar y simplificar su visualización, además emplea esta herramienta para transmitir información esencial para el diseño de proceso como son balances de materia y energía, corrientes y equipos principales, condiciones de presión y temperatura, instrumentación básica, descripción de equipos, etc.

En conjunto, se puede percibir a los DFPs como mapas de un proceso que sirve para enfocar e identificar las líneas y equipos más relevantes, así como información esencial, captando de forma gráfica la secuencia lógica de los procesos sin perder el enfoque de brindar un panorama general.

#### 4. Diferencias con un DTI y otros Diagramas

Los Diagramas de Flujo de Proceso son una parte de la ingeniería básica dentro de un proyecto, fungido como mapas que proporcionan un panorama general de las operaciones y procesos unitarios a emplear, sin embargo los DFPs parten comúnmente de los Diagramas de Bloques (DB) conocidos en inglés como *Block Diagram (BD)* los cuales se emplean para aterrizar los pasos de un proceso sin establecer un ruta específica, es decir, el DB sirve como diseño previo fijando los conceptos claves, careciendo a su vez de una descripción detallada.

Los DFPs y DBs forman parte de la ingeniería básica teniendo como principal diferencia la descripción más detallada y exhaustiva que contiene un DFP, como por ejemplo, establecer los balances de materia y energía, descripción de los equipos, condiciones de operación y diseño, composiciones e instrumentación básica de control. En general se puede percibir a un DB como la piedra angular de la ingeniería básica, la cual se va refinando hasta converger en las bases para el diseño de un DFP.

Un documento de suma importancia en la ingeniería de proyectos son los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI), conocidos en inglés como *Piping and Instrumentation Diagram (PID)*, los cuales forman parte de la ingeniería de detalle y que a diferencia con la ingeniería básica, ésta se centra en proporcionar información más técnica como, diseño de instrumentación de control, diseño eléctrico, diseño mecánico, distribución y orientación de los equipos, etc.

Los DTIs como su nombre lo indica, muestran las tuberías y los instrumentos que intervienen en un proceso de manera detallada, así como equipos redundantes y de relevo, y los sistemas de seguridad para

posibles sobrepresiones en líneas y equipos. Adyacente a esto, los DTIs también contienen el diámetro de las tuberías, tipo de válvulas, sistemas de control, entre otros elementos, siendo éstas las principales diferencias con respecto a los DFPs.

Es necesario aclarar que ambos documentos a pesar de tener distintos enfoques son complementarios, independientemente de que uno pertenezca a la ingeniería básica y el otro a la de detalle, debido a que la información suministrada por cada diagrama está directamente relacionada, al funcionar el DFP como documento base para el diseño del DTI, manteniendo alineado el objetivo de la implementación y construcción de un proyecto.

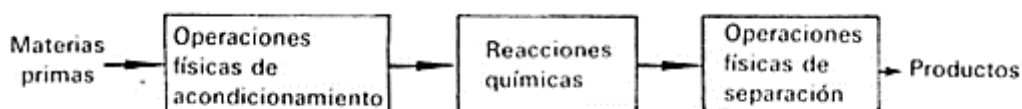


## CAPITULO II EQUIPOS DE PROCESO

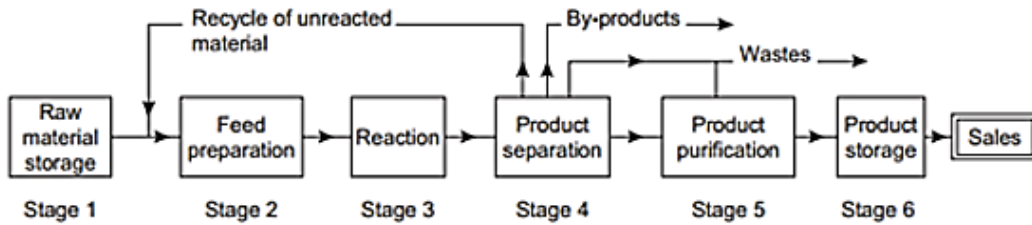
Los equipos de proceso son la esencia de la industria química porque se encargan de transformar la materia prima en un producto deseado, por tanto aumentan su valor agregado. Estas transformaciones pueden ser del tipo físicas y/o químicas, pero generalmente no se realizan en un solo paso; para solucionar este problema el proceso se subdivide en diferentes etapas o unidades básicas, que en consecuencia provocan transformaciones intermediarias, las cuales se realizan mediante operaciones unitarias que estas pueden ser: destilación, absorción, enfriamiento, evaporación, mezclado, cristalización, secado, filtración, trituración, por mencionar solo algunas.

Cada una de estas unidades de proceso consta al menos de una corriente de entrada y una corriente de salida. Es importante mencionar que estas operaciones deben ser seleccionadas e interconectadas correctamente para realizar la transformación total de las sustancias y así constituir al proceso en su todo; la representación gráfica del proceso es el Diagrama de Flujo de Proceso.

En general un proceso puede descomponerse en diversas etapas, donde la cantidad de equipos de proceso implícitos en cada sección depende de la naturaleza del sistema. Como lo ilustra el esquema siguiente.



(Costa Lopez, y otros, 2004)



(Towler & Sinnott, 2008)

## 1. Operaciones Unitarias

“Una Operación Unitaria es aquella acción sobre una sustancia que implica transformación, acondicionamiento y/o transporte que corresponde a la parte indivisible de un proceso. Estas operaciones se rigen bajo el mismo principio científico (leyes de conservación) y comparten características en común”.

(Costa Lopez, y otros, 2004)

Esta definición fue implementada por el profesor Arthur D. Little del MIT en el año de 1915 con la finalidad de acotar en piezas más elementales y reducir la complejidad en el estudio de procesos químicos, siendo así un proceso una interconexión de operaciones unitarias el cual definió como: “Todo proceso químico conducido en cualquier escala puede descomponerse en una serie ordenada de lo que pudieran llamarse operaciones unitarias, como pulverización, secado, cristalización, filtración, evaporación, destilación, etc. El número de estas operaciones básicas no es muy grande, y generalmente sólo unas cuantas de entre ellas intervienen en un proceso determinado.”

Con base en esta definición es posible clasificar las operaciones unitarias de acuerdo a sus estructuras particulares de procesamiento, es decir bajo las leyes de conservación con las que se rigen, las cuales son:

- Ley de conservación de materia
- Ley de conservación de energía
- Ley de conservación de cantidad de movimiento

Estas leyes contienen todas las posibles modificaciones físicas que puede sufrir una sustancia durante su procesamiento, las cuales especifican su materia y composición, energía total y su velocidad. Por tanto se clasificó cada operación unitaria de acuerdo a su propiedad de transferencia más relevante (materia, energía y cantidad de movimiento).

<b>Tipo</b>	<b>Mecanismo</b>	<b>Gradiente Impulsor</b>
Trasferencia de Masa	Difusión	Concentración
Transferencia de Energía	Conducción, Convección y/o Radiación	Temperatura
Transferencia de Momentum	Rozamiento	Presión

### *1.1. Transferencia De Masa*

La transferencia de masa es una propiedad conservativa sumamente importante en la industria química debido a que gran parte de las operaciones unitarias corresponden a este mecanismo de transporte (remoción de materiales contaminantes, difusión de una sustancia en la superficie de un catalizador, difusión de una sustancia en algún poro de "carbón activado", etc.), dichas variaciones pueden ocurrir en una o varias direcciones por medio de la acción de la fuerza impulsora.

Existen dos mecanismos en la transferencia de masa:

- Convección: es el transporte de la materia por medio del movimiento de un fluido el cual puede ser a régimen laminar o turbulento.
- Difusión: este mecanismo se asocia al desplazamiento de las moléculas debido a una diferencia de concentración y no depende del movimiento del fluido.

Estos mecanismos operan en forma simultánea, aunque para su análisis resulta efectivo contemplar sólo al mecanismo que tiene mayor relevancia en el proceso a estudiar.

El fenómeno de transferencia de masa puede ser expresado por medio de ecuaciones matemáticas las cuales interrelacionan las variables que intervienen en el mecanismo; por tratarse de ecuaciones se debe de respetar la proporcionalidad de las magnitudes por medio de una "constante de proporcionalidad". Este fenómeno es descrito mediante la primera ley de Fick:

$$N_A = -D_{AB} \frac{dC_A}{dy}$$

Donde:  $D_{AB}$  es una constante de proporcionalidad conocida como difusividad binaria de A en B, y es característica de cada par de sustancias (A y B) a ciertas condiciones de presión y temperatura.

$\frac{dC_A}{dy}$  es el gradiente de concentraciones, fuerza impulsora de la transferencia de masa.

A continuación se revisarán las operaciones unitarias relacionadas con el fenómeno de transferencia de masa.

### 1.1.1 Absorción

La absorción es una operación unitaria que se rige bajo la propiedad conservativa de transferencia de masa (el mecanismo primordial de transporte es la difusión molecular); este proceso se caracteriza por orientar el contacto de una mezcla gaseosa con una líquida (llamado solvente o disolvente), siendo esta última selectiva a uno o varios componente de la mezcla gaseosa para su separación. De esta forma, se obtiene una corriente líquida con componentes del gas inmersos en solución. El equipo donde se lleva a cabo dicha operación es comúnmente llamado torre de absorción o absorbedor (AB).

En general, la absorción es una operación de separación, que comúnmente se emplea en la industria química como un equipo de purificación o de recuperación de compuestos (sea por su valor o control de emisiones).

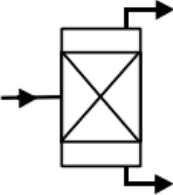

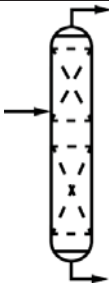
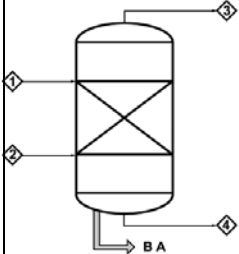
La torre empacada o columna empacada es el equipo más común para promover el contacto entre las fases gaseosa (absorbato) y líquida (aboserbente), y consiste básicamente en una columna rellena de empaque; en su topología el líquido entra por la parte superior de la torre (denominada domo) y se dispersa por toda la sección de relleno hasta surgir por la zona inferior. Por su parte, el gas ingresa por la sección inferior a contra flujo respecto al líquido hasta emerger por el domo de la torre.

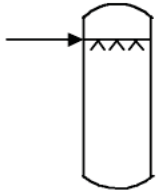
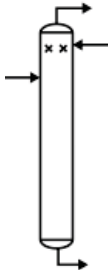
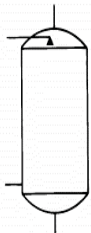

- Columna de lavado: Su función principal radica en la eliminación de algunos compuestos de la corriente gaseosa por medio de la absorción.

A continuación se presenta la nomenclatura correspondiente a la simbología extraída de dichas fuentes:

- APD=Applied Process Desing for Chemical and Petrochemical Plants. (Ludwig, 1999)
- ASME Y32.11= Graphical Symbols for Process Flow Diagrams in the Petroleum and Chemical Industries (American Standard , 1961)
- INECC=(Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climatico, 1996)
- ISO 10628= Flow diagrams for process plants, International Organization for Standardization (Deutsches Institut für Normung e. V, 1988)
- PEP= Simbología de Equipos de Proceso (P.20401.01) (PEMEX EXPLORACION Y PRODUCCION, 1999)
- PDVSA= Preparación de Diagramas de Proceso (L-TP 1.1) (Petróleos de Venezuela (PDVSA), 1991)
- ISA S5.5= ISA-S5.5-1985 Graphic Symbols for Process Displays (The Instrumentation, Systems, and Automation Society, 2002)
- **Walas**CPESD= Chemical Process Equipment Selection and Design (Couper, Penney, Fair, & Walas, 2010)
- **UTUTCJ**= Universidad Tecnológica Ciudad Juárez, Simbología Industrial (Becerra & Valles)

### 1.1.1.1 Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Inglés, Español y Simbología)

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Torre de Absorción	Absortion Column or Tower	DA	AB
Simbología			
PEP	ASME Y32.11	APD	INECC
 <p>Columna Empacada</p>	 <p>Columna Empacada</p>	 <p>Columna Empacada</p>	 <p>Columna Empacada</p>

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Torre o Columna de Lavado	Scrubber	SK	SCBR
Simbología			
PEP	APD	ISA S5.5	CPESD
			
Spray	Spray	Spray	Spray

### 1.1.2 Destilación

La destilación es una operación unitaria que pertenece a la transferencia de masa. Se emplea para efectuar la separación de dos o más componentes de una corriente líquida, vapor o de una mezcla líquido-vapor, mediante el aprovechamiento de las diferentes volatilidades de los componentes para lograr su separación, ya sea, individualmente o en su defecto en grupos de ellos, los cuales posteriormente son condensados para fomentar el producto principal denominado "destilado". Esta operación se efectúa en columnas cilíndricas llamadas torres de destilación, donde el líquido que desciende al fondo de la columna es enviado a un rehervidor, cuyo propósito es vaporizar parte de este líquido para regresarlo a la torre. Una vez en la columna, este vapor asciende hasta el domo, y de ahí pasa a un condensador, en el cual parte o la totalidad de este vapor pasa a fase líquida para ser reflujo a la torre. Estos equipos están conformados por una gran cantidad de etapas de contacto vapor-líquido, en ese momento se efectúa la transferencia de masa donde los componentes más volátiles del líquido pasan al vapor mientras que los componentes menos volátiles del vapor pasan al líquido,

para así aumentar la calidad del producto. La operación de estas torres puede ser continua o discontinua (denominada "destilación diferencial"). Las mezclas son clasificadas con relación al número de componentes que la integran, teniendo de este modo mezclas binarias o mezclas multicomponentes.

De acuerdo a las características de los componentes y la forma de operación, se han diseñado diversos tipos de torres de destilación, estando entre las más comunes:

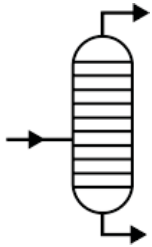
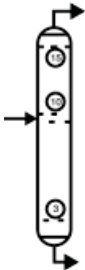
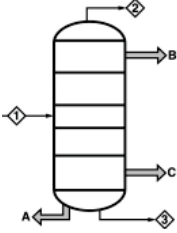

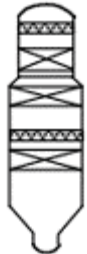
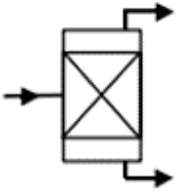
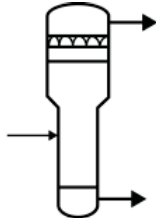
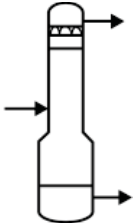
- Vacío
- Fraccionadora o Rectificadora
- Molecular
- Seca
- Por arrastre con vapor
- Diferencial, Abierta o Sencilla


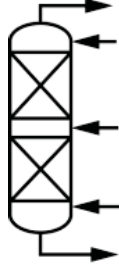
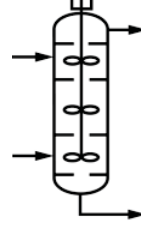




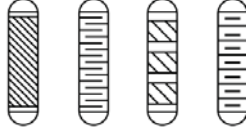
Los diversos tipos de destilación suelen efectuarse en equipos de proceso que comparten características en común, siendo éstas generalmente columnas verticales acopladas con un sistema de calentamiento en la sección inferior (rehervidor) y un sistema de condensación en la sección superior (condensador). Al rehervidor y al condensador se les conoce como equipos periféricos de la torre de destilación a la cual también se le pueden añadir bombas térmicas y torres agotadoras. Además, dependiendo del tipo de aplicación y características del proceso, las torres de destilación en su interior poseen dispositivos que el contacto entre las fases líquida y vapor para que se dé la transferencia de masa los cuales son:



- Empaques de Relleno: Son elementos que tienen por objetivo aumentar la superficie de contacto entre el líquido y el vapor; las hay de dos tipos: estructurados (conocidos como "nidos") y al azar.
- Platos: Son elementos planos con diversas configuraciones (perforados, de válvulas, de campanas o cachucha) que tienen por objetivo estancar temporalmente al líquido en su superficie, para hacer burbujear al vapor proveniente del sistema de calentamiento a través de él.

### 1.1.2.1 Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Inglés, Español y Simbología)

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Destilación	Distillation	DF	DTWR
Simbología			
PEP	APD	INECC	ISA-S5.5-1985
			
Platos	Platos	Platos	PEP
PEP	PEP	PEP	PEP
			
Vacio	Fraccionadora	Sección superior de diámetro mayor	Sección inferior de diámetro mayor

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Destilación	Distillation	DF	DTWR
CPESD	CPESD	CPESD	ASME Y32.11
 <p>Platos</p>	 <p>Empacada</p>	 <p>Multietapas con agitación</p>	 <p>Empacada</p>
ASME Y32.11	ASME Y32.11	ASME Y32.11	APD
 <p>Platos</p>	 <p>Seccionada</p>	 <p>Disco y Dona</p>	

### 1.1.3 Extracción

La extracción es una operación unitaria que pertenece a la transferencia de masa, se emplea para separar compuestos los cuales se encuentran en diferentes fases: líquido-líquido (llamada extracción con solvente o disolvente) o sólido-líquido (llamada lixiviación). Este procedimiento consiste en la transferencia del soluto (sustancia que se encuentra inmersa en la mezcla en menor proporción) al disolvente por medio del contacto entre las dos fases, las cuales tienen la característica de ser inmiscibles total o parcialmente; es decir el proceso de extracción ocurre cuando el soluto es transferido al disolvente a través de una interfase, para que posteriormente las dos fases puedan ser separadas por alguna operación física como la decantación.

El éxito de este método depende de la diferencia de solubilidades para la correcta selección del disolvente. La distribución del soluto en los dos solventes está determinada por el coeficiente de reparto y es constante a una temperatura determinada. Una vez terminado el proceso de extracción, es necesario recuperar el soluto por medio de destilación o evaporación.

Cabe mencionar que la extracción con solvente y la lixiviación son técnicas diferentes que corresponden al mismo principio, la primera hace alusión a una separación de dos líquidos mezclados, donde algunos componentes serán separados por un tercero con la capacidad de solubilizar el soluto deseado y que además tiene la característica de ser inmiscible con la mezcla original. La lixiviación se refiere a la extracción de un compuesto mezclado con sólidos insolubles el cual se separa por medio de un disolvente.

- Extracción líquido-líquido (Extracción con solvente o disolvente)

Este proceso comúnmente se emplea como un método de separación de mezclas alternativo a la destilación, cuando ésta resulta ser ineficiente o muy complicada; esto puede ocurrir por diferentes situaciones, como por ejemplo: si el proceso resulta ser más económico, cuando la sustancia a separar es sensible a la temperatura o existe la presencia de azeótropos.

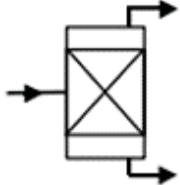

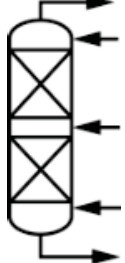
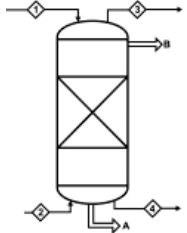
Esta operación unitaria, como ya se mencionó anteriormente, consiste en la extracción de un soluto inmerso en el seno de una mezcla líquida, por medio de un disolvente con la capacidad de solubilizar al soluto y que a la vez sea inmiscible con la mezcla. De este modo aislar la sustancia deseada.

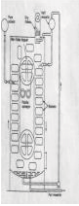

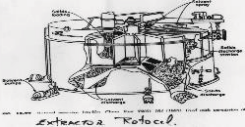
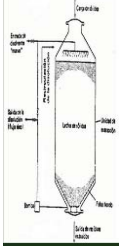
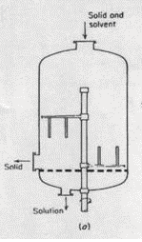
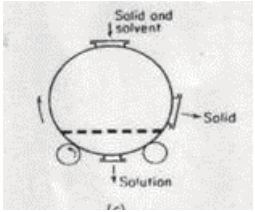
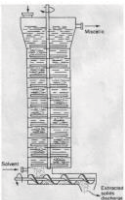
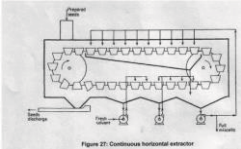
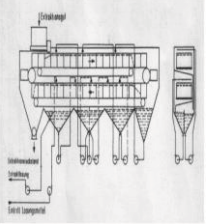
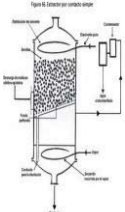
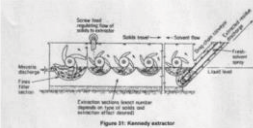
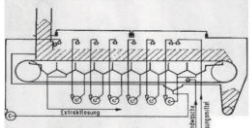
- Extracción sólido-líquido (Lixiviación)

La lixiviación es un proceso empleado para extraer uno o varios compuestos solubles que se encuentran en un sólido inerte respecto a un disolvente líquido. El disolvente pasa a través del sólido previamente acondicionado (pulverizado), las dos fases (sólido-líquido) entran en contacto, el soluto se difunde en el líquido, por tanto es separado de la fase sólida por medio del disolvente, dando como resultado una extracción del soluto con respecto al sólido.

El proceso de lixiviación comprende la recuperación del disolvente y del soluto, el cual está disuelto y puede ser aislado por algún otro proceso (cristalización o evaporación). Esta operación unitaria, es ampliamente utilizada en la industria química, cobrando una gran importancia en el ámbito de la metalurgia y la farmacia.

### 1.1.3.1 Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Inglés, Español y Simbología)

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Extracción	Extraction	C	T
Simbología			
PEP	ASME Y32.11	CPESD	INECC
			
Columna Empacada	Columna Empacada	Columna Empacada	Columna Empacada

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Lixiviación	Leaching	C	T
Simbología			
****	****	****	****
 <p>Extractor bollman continuo</p>	 <p>Baterias de precaladores</p>	 <p>Precolador continuo rotocell o Extractor Carrucel</p>	 <p>Precolador de carga "por Lote"</p>
****	****	****	****
 <p>Extractor Pot "Discontinuo"</p>	 <p>Extractor Rotatorio "Discontinuo"</p>	 <p>Extractor Bonotto "Continuo"</p>	 <p>Extractor horizontal "Continuo"</p>
****	****	****	****
 <p>Extractor Lurgi "Continuo"</p>	 <p>Extractor por Contacto Simple</p>	 <p>Extractor Kennedy "Continuo"</p>	 <p>Extractor DeSmet "Continuo"</p>

#### 1.1.4. Adsorción

La adsorción es una operación unitaria fundamentada en la transferencia de masa, la cual se emplea para efectuar la separación de algún componente de un fluido, mediante el contacto con un sólido adsorbente, pudiendo ser éste a nivel microscópico, molecular o atómico, quedando retenido sobre su superficie la sustancia a adsorber (adsorbato). En

términos generales la adsorción es la aglomeración del adsorbato sobre la superficie de un material sólido por fuerzas de van der Waals o enlaces químicos.

Los sólidos empleados en la adsorción son generalmente porosos con gran superficie interna, y con presentaciones de tipo granular, pellet o polvo.

Existen dos tipos de adsorción:

- Adsorción Física (Fisorción): El adsorbato no reacciona con el adsorbente, sólo interactúa con el sólido a través de fuerzas de interacción débiles (van der Waals).
- Adsorción Química (Quimisorción): El adsorbato reacciona con el adsorbente, modificando su naturaleza y restringiendo el proceso a una monocapa debido a los enlaces que forma el soluto con el sólido a través de enlaces químicos.

Cabe mencionar que este proceso es distinto a la absorción porque el compuesto que se desea separar queda depositada en la superficie y no penetra al seno de la fase, es decir, este proceso se realiza en sitios específicos y no sobre todo el volumen de la fase como en el caso de la absorción. El proceso inverso se conoce como desorción y generalmente en la industria química se operan en forma alternada.

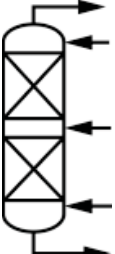
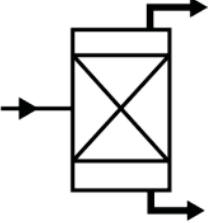

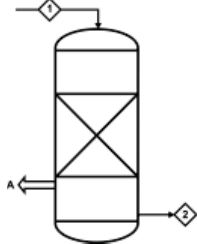
Los equipos más comunes con los cuales se realiza la adsorción son las columnas de lecho fijo. Son dispositivos con geometrías cilíndricas y con orientación vertical, rellenas de empaques sólidos adsorbentes, dicho empaque se mantiene estático durante la operación.

El equipo consta de una entrada y una salida; en el caso de un líquido, el soluto a adsorber ingresa a la columna por la parte superior difundiéndose

por todo el empaque hasta la salida, donde el fluido es extraído con una composición mínima del adsorbato respecto a la entrada. En el caso de gases, estos generalmente ingresan a la columna por la sección inferior siguiendo la misma dinámica que el líquido.

Como ya se mencionó anteriormente, la superficie del adsorbente se va saturando del adsorbato, por tal motivo es necesario tener una segunda columna en paralelo (de relevo), para mantener el proceso continuo, de este modo una columna opera mientras la segunda es regenerada.

#### 1.1.4.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología)

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Adsorción	Adsorption	AD	AD
Simbología			
CPESD	PEP	ASME Y32.11	INECC
 <p>Empacada</p>	 <p>Empacada</p>	 <p>Empacada</p>	 <p>Empacada</p>

#### 1.1.5. Intercambio Iónico

El intercambio iónico es una operación unitaria que se rige bajo la propiedad conservativa de transferencia de masa, donde el mecanismo más relevante de transporte es la difusión molecular, este proceso consiste en la remoción de iones (cargados positiva o negativamente) de una solución electrolítica, por medio de un sólido insoluble, el cual

intercambia con la solución iones de la misma carga y en una proporción equivalente.

Se les conoce como intercambiadores catiónicos a aquellos equipos que intercambian iones positivos (cationes) e intercambiadores aniónicos a los que intercambian iones negativos (aniones). El éxito en este proceso depende de la selectividad (afinidad) del sólido (resina) por algún ion en especial, del pH del fluido, la concentración de iones, la temperatura y las dimensiones del ion, porque impactan directamente a la difusión en el interior de la partícula.

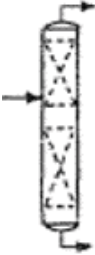
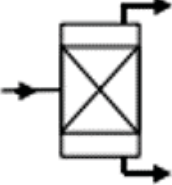

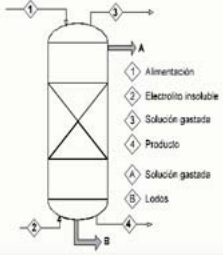
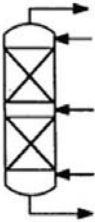
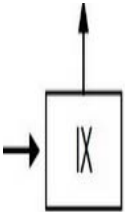
En teoría no se debería modificar la estructura y la composición química del material sólido en todo el Proceso, sin embargo sufre un desgaste debido al remplazamiento de iones libres y otros factores, lo cual disminuye la actividad (eficiencia) del sólido. Por tanto es ineludible una etapa de regeneración, debido a su alto costo, además implica tener un equipo de relevo si se implementa en un proceso continuo.

El sistema más empleado son los intercambiadores iónicos en columna, consiste en una columna vertical rellena del intercambiador (pueden ser resinas, zeolitas, arcillas, etc.), a través de esta columna la sustancia a tratar fluye gradualmente hasta la salida.

En general la técnica utilizada resulta ser muy similar a la Adsorción y en ocasiones se considera como un caso particular de este Proceso.



### 1.1.5.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología)

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Intercambio Iónico	Ionic Exchanger	IA/IC	IM/IX
Simbología			
APD	PEP	ASME Y32.11	INECC
 <p>Columna Empacada</p>	 <p>Columna Empacada</p>	 <p>Columna Empacada</p>	 <p>Columna Empacada</p>
CPESD	OTROS		
 <p>Columna Empacada</p>			

## 1.2. Transferencia De Energía

Una forma de clasificar las operaciones unitarias es por medio de la propiedad conservativa a la cual corresponden, en esta sección se encuentran los equipos más representativos que pertenecen al fenómeno de transferencia de energía. Cabe mencionar que el calor es la forma por la cual se trasfiere la energía de un sistema a otro o sus alrededores, como consecuencia de un gradiente impulsor, que en energía es provocado por una diferencia de Temperaturas.

Existen tres mecanismos para transferir calor, en general ocurren simultáneamente pero en muchos procesos sucede que alguno de ello sea predominante:

- **Conducción:** cuando en algún sistema existe una diferencia de temperatura, se da el proceso de transmisión de calor del sitio más caliente (mayor energía) hacia el más frío (menor energía), hasta alcanzar el equilibrio térmico; este mecanismo se asocia a la vibración de las moléculas que es considerado como un trasporte molecular de energía en sólidos.

Si el proceso se realiza en régimen estacionario puede calcularse la transferencia de energía mediante la ley de Fourier.

$$\frac{dQ}{d\theta} = -kA \frac{dt}{dx}$$

Q= Cantidad de calor transferido en el tiempo  $\theta$

k=Conductividad Térmica (Constante de Proporcionalidad)

A= Área sobre la cual se trasfiere energía (Perpendicular a la dirección del flujo de calor)

T= Temperatura

x= Distancia de conducción en dirección del flujo

- Convección: es el transporte de energía por medio del movimiento de un fluido generado por las mezclas de proporciones más calientes con frías pertenecientes al mismo fluido, esto se asocia a una diferencia de densidades provocada por su energía interna, sin embargo, también puede ocurrir sobre cuerpos sólidos, esto acontece cuando el fluido es acarrado sobre la superficie del material, sea a flujo laminar o turbulento, siendo:
  - Natural: se da por diferencias de densidades entre la región más caliente con la más fría. Dando como resultado un movimiento ascendente del fluido.
  - Forzada: ocurre cuando el movimiento del fluido es impulsado por alguna fuente externa de movimiento (ventiladores, agitadores, bombas, etc.)
- Radiación: es el intercambio de calor que ocurre en ausencia de un medio (sea contacto directo o por un fluido), asociado a ondas electromagnéticas que viajan en el espacio para ser absorbidas por un cuerpo generando un aumento de temperatura.

En esencia toda la industria química hace uso de equipos relacionados con la transferencia de energía primordialmente en los esquemas de reacción o en las etapas de acondicionamiento, sea en proceso continuo o batch.

### 1.2.1. Intercambiador De Calor

El intercambiador de calor es aquella operación unitaria que se rige bajo la propiedad conservativa de transferencia de energía, el cual transfiere calor de un fluido a otro por medio de los mecanismos de convección y conducción, originados por un gradiente de temperaturas generado por dos corrientes a distinta temperatura, donde se busca aprovechar la energía de una corriente caliente al entrar en contacto indirecto con una corriente fría para ser calentada (calentamiento) o en una situación inversa se busca enfriar una corriente caliente por medio del contacto indirecto con un fluido a menor temperatura (enfriamiento).

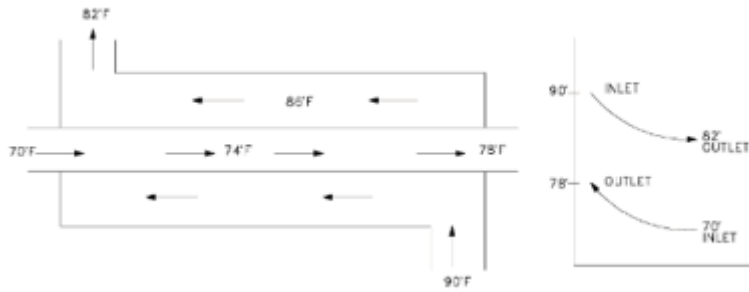
Este proceso genera un máximo ahorro al optimizar la energía, dando como resultado un consumo menor de energía adicional.

Un intercambiador de calor está diseñado para transferir el óptimo de energía entre dos fluidos sin la necesidad de mezclarlos, puesto que se encuentran separados por una barrera sólida, la cual se busca que sea una buena conductora de calor y que a su vez funcione como barrera evitando que los fluidos entren en contacto directo y se mezclen. Por tal motivo existen diversos tipos de intercambiadores de calor y configuraciones.

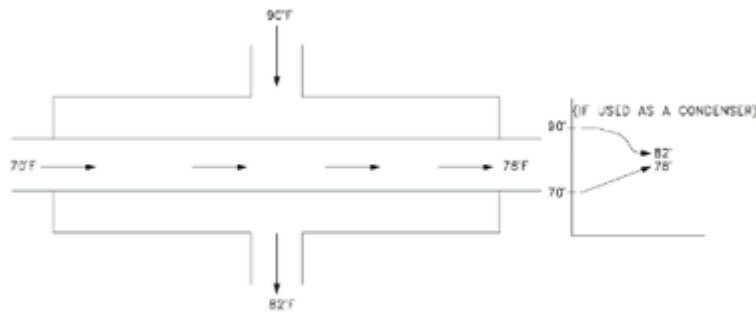
- Configuraciones

Hace alusión con respecto al sentido de los fluidos:

- Contra-corriente: Los fluidos circulan por el equipo en sentidos contrarios.
- Co-corriente o corrientes paralelas: Los fluidos circulan por el equipo en la misma dirección.

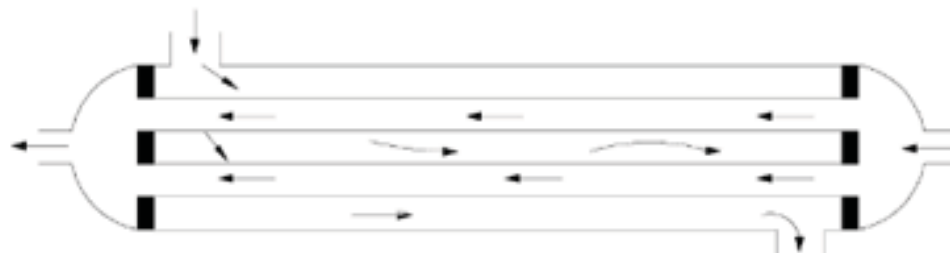


Intercambiador de contraflujo



Intercambiador de calor de flujo cruzado

Una forma para aumentar la eficiencia de un intercambiador de calor es implementando "múltiples pasos", esto se refiere a que un fluido debe circular varias veces en el interior del equipo por medio de curvaturas en los extremos, este método permite fusionar las características de dos o más intercambiadores en un solo equipo. En caso contrario se denomina intercambiador de "un solo paso" o "paso simple".



Intercambiador de calor un solo paso



En términos generales, un intercambiador de calor se debe seleccionar de acuerdo a las necesidades del servicio a realizar (caudales de los fluidos, ensuciamiento e incrustaciones, espacio disponible en la planta, estado físico de los fluidos y su temperatura, etc.). Cabe mencionar que su diseño y construcción está regulado por las normas que dicta la Asociación de Fabricantes de Intercambiadores de Calor Tubulares (TEMA, por sus siglas en inglés) la cual se modifica dependiendo de cada país y proporcionan una nomenclatura de acuerdo a las características de los equipos.

- Intercambiador de coraza y tubos (haz y envolvente)

Es el intercambiador de calor más empleado en la industria.

Consiste fundamentalmente en un arreglo de tubos (haz), inmersos en el interior de un cilindro horizontal (coraza o envolvente). Los tubos están unidos a los espejos y mamparas barrenadas para dar soporte mecánico a la estructura y a su vez generar una mayor turbulencia, así como dirección al flujo en el interior de la coraza. En los bordes de la coraza (cabezal) se colocan tapas sujetadas por bridas para cerrar el equipo. El equipo está implementado con un par de boquillas en la coraza y en las tapas para permitir la entrada y salida de los fluidos.

- Intercambiador de doble tubo

Este intercambiador se emplea generalmente para realizar la transferencia de calor entre dos caudales pequeños.

Consiste en dos tubos concéntricos implementados con dos pares de boquillas que permiten las entradas y salidas de los fluidos. Un fluido viaja en el espacio anular entre los tubos y el otro por el interior del tubo de menor diámetro.

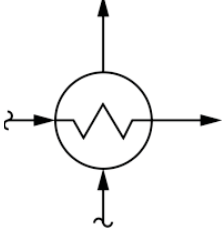
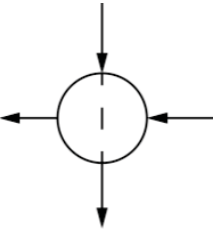
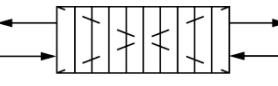
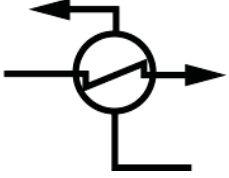
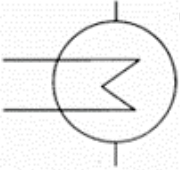


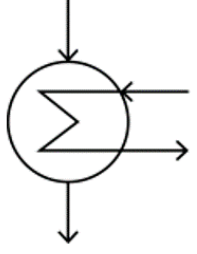
- Intercambiador de placas

El intercambiador de placas tiene como objetivo exponer un diseño alternativo a los tubulares, a través de emplear áreas superficiales planas equipadas con baffles y que al estar apiladas permitan dar dirección al flujo, además por su diseño pueden operar caudales grandes. En su dinámica, cada fluido es alternado entre cada placa. Por tanto se obtiene un equipo de menor volumen al aumentar la superficie de transferencia y por sus características de diseño, es posible desmontar las placas con facilidad para su limpieza y mantenimiento.

### 1.2.1.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología)

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Intercambiador De Calor	Heat exchanger	EA	E
Simbología			
PEP	ASME Y32.11	APD	ISO10628
Coraza y Tubos	Coraza y Tubos	Coraza y Tubos	Coraza y Tubos
PEP	ISO 10628	ISO 10628	ISO 10628
Tubos concéntricos "Simple"	Coraza y Tubos	Serpentín	Aletado
UTCJ	UTCJ	UTCJ	UTCJ
"Fluido de proceso lado de los tubos contraflujo"	"Fluido de proceso del lado de la carcasa contraflujo"	"Fluido de proceso del lado de los tubos flujo paralelo"	Fluido de proceso del lado de la carcasa flujo paralelo"



Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Intercambiador De Calor	Heat exchanger	EA	E
Simbología			
PDVSA	PDVSA	PDVSA	CPESD
			
Coraza y Tubos ISA-S5.5-1985	Tubos concéntricos ISA-S5.5-1985	Placas ISA-S5.5-1985	Coraza y Tubos ISO10628
			
Coraza y Tubos	Coraza y Tubos	Aletado	Coraza y Tubos

\*Se recomienda que el fluido con el cual se regula la temperatura se represente con la simbología propuesta en el ANEXO C en el punto de inicio de la flecha que atraviesa al símbolo

### 1.2.2. Hornos

Los hornos son aquellos equipos encargados de producir energía calorífica por medio de la combustión o de la electricidad manteniendo la temperatura "constante" en un compartimento aislado, con la finalidad de aumentar exponencialmente la temperatura de los materiales depositados en su interior para un determinado objetivo (calentamiento, ablandamiento o fundición).

Es una operación unitaria que se rige bajo la propiedad conservativa de transferencia de energía, la cual transmite calor, a partir de los mecanismos de convección y radiación.

Existen diversos tipos de hornos, los cuales deben ser seleccionados con base a las especificaciones técnicas requeridas (capacidad, tipo de proceso "continuos o discontinuos, tiro forzado", operabilidad) así como el proceso que realizarán (temple, laminación, cementación, galvanizado, homogeneizado, nitruración, etc.).

De acuerdo a su función se pueden agrupar en:

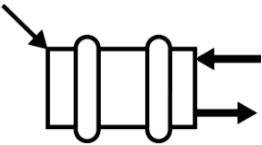
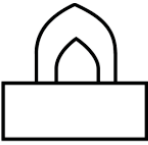
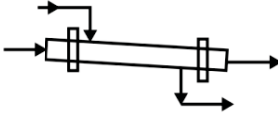
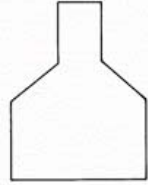
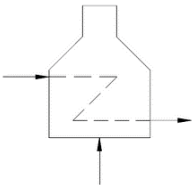
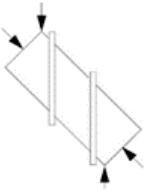
- Hornos de fusión
- Hornos de tratamiento térmico
- Hornos de recalentar
- Hornos de inducción

Cada equipo funciona de manera distinta, de acuerdo a su diseño y uso, aunque comparten características en común:

- Cámara de calentamiento: Es el espacio donde se deposita la materia para ser sometida al tratamiento termico.
- Revestimiento: Tiene como objetivo aislar el equipo de los alrededores para evitar pérdidas de energía por conducción.
- Hogar: Es el lugar donde se encuentran los quemadores, por tanto en esta zona se realiza la combustión. El hogar puede encontrarse en la cámara de calentamiento o ser independiente de ella.
- Ventiladores: Se encuentran en la cámara de calentamiento y se aplican para promover la transferencia de energía por medio de convección entre el hogar y el material.

- Chimenea: Es el conducto por el cual los gases de combustión salen a la atmósfera para ser dispersados, comúnmente se encuentran acopladas con intercambiadores de calor para aprovechar la energía que poseen antes de ser emitidos.

### 1.2.2.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología)

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Horno	Furnace	FN	B
Simbología			
PEP	ISO 10628	APD	ISA-S5.5-1985
		 Rotatorio	
PDVSA	PDVSA		
	 Rotativo		

### 1.2.3. Radiadores, Enfriadores por aire o Soloaires

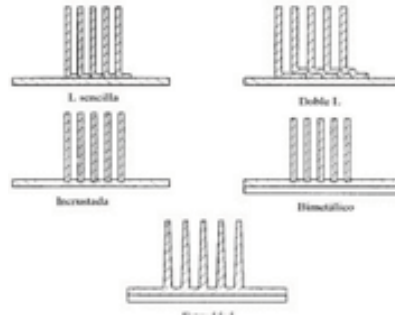
Los radiadores son aquellos equipos destinados al intercambio de calor entre dos fluidos siendo uno de ellos el aire ambiental; en general se obtiene esta transferencia por medio de superficies aletadas, debido a que el aire es un mal conductor de calor se implementan estas ampliaciones para incrementar la superficie de contacto y que ocurra la transferencia con mayor facilidad.

Tienen como objetivo dispersar el calor de un equipo, previniendo su sobrecalentamiento y en algunos casos aprovechar esta energía para aumentar la temperatura de un determinado espacio. Por tanto esta operación unitaria se rige bajo la propiedad conservativa de transferencia de energía, la cual transmite calor a partir de los mecanismos de convección y en gran medida por radiación, de ahí este equipo obtiene su nombre.

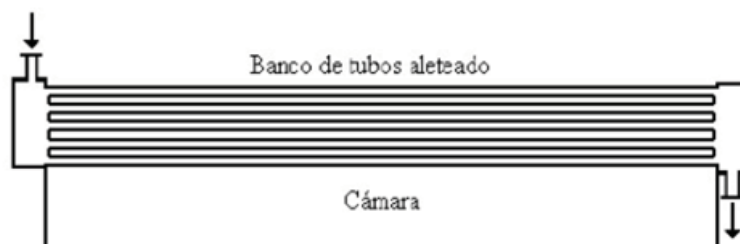
Existen diversos tipos de radiadores de acuerdo a sus aplicaciones, aunque en general consisten en bancos de tubos metálicos equipados con aletas de geometría rectangular, soportados por una estructura para brindar elevación y equilibrio.



Haz de tubos

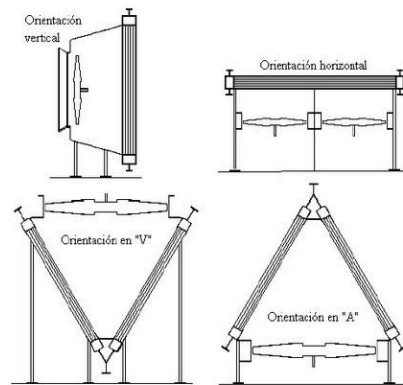


Tipos de aletas



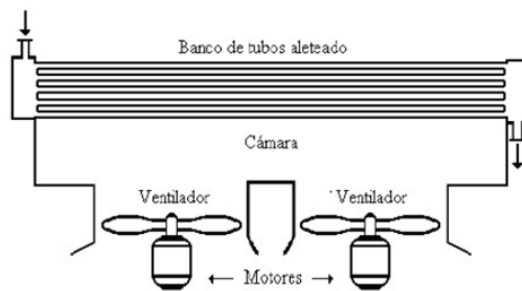
Estos equipos poseen un alto desempeño aunque es común que el aire caliente tienda a permanecer sobre la superficie de contacto a modo de película o en las proximidades, disminuyendo la capacidad de transferencia, por esta razón se promueve la generación de corrientes convectivas de aire por medio de ventiladores, a esta nueva configuración se les conoce como soloaires.

En general, los soloaires consisten en un banco de tubos aletados de poca profundidad y número de filas dispuestos en una geometría rectangular, donde el fluido es enfriado o condensado al succionar o soplar aire por medio de los ventiladores (tiro inducido y tiro forzado). De acuerdo al diseño pueden presentar diferentes configuraciones, donde el ventilador puede promover el soplado "tiro forzado" o succionar el aire "tiro inducido" y el banco de tubos orientarse de forma vertical, horizontal o "V" respecto del ventilador.



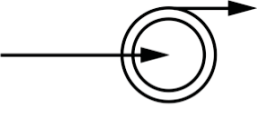

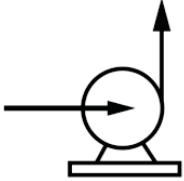
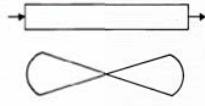
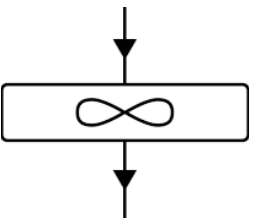
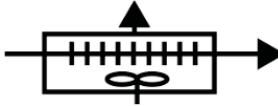


Orientaciones del haz de tubos

Es preciso mencionar que el aire como refrigerante posee una baja conductividad térmica lo cual obliga a diseñar soloaires de gran tamaño, además de estar sujeto a las condiciones climatológicas, sin embargo resulta beneficiosa la implementación de este equipo debido a que los costos de mantenimiento son bajos ya que el aire es poco corrosivo y sólo requiere de limpiezas periódicas, sus recursos son prácticamente ilimitados puesto que el aire se consigue libremente y no requiere un proceso de acondicionamiento como en el caso de equipos refrigerados por agua u otros compuestos.



Soloaire de tiro forzado

### 1.2.3.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología)

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Enfriadores por Aire, Soloaire	Forced Air Exchanger, Fan	JJ	FAXR
Simbología			
ASME Y32.11	ISA-S5.5-1985	APD	ISA-S5.5-1985
			
Soloaire Centrifugo			Enfriador por Aire
PEP	CPESD	UTCJ	PDVSA
			
	Tubos Aletados		Enfriador por Aire

### 1.2.4. Evaporadores

Los evaporadores son toda aquella operación unitaria que tienen como objetivo incrementar la concentración del soluto o la generación de un precipitado, el cual evidentemente se encuentra inmerso en una solución acuosa, buscando la eliminación del agua a partir de la evaporación. Análogamente este equipo también es empleado para la recuperación del solvente aprovechando el vapor como en el caso de la obtención del agua desalinizada, (se conoce comúnmente como vaporizador a toda aquella operación unitaria que realiza el mismo proceso pero evapora sustancias

distintas al agua), para que este proceso sea posible es necesario incrementar la temperatura de la solución hasta su punto de ebullición y continuar suministrándole la energía necesaria para evaporar la solución.

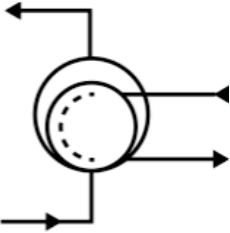
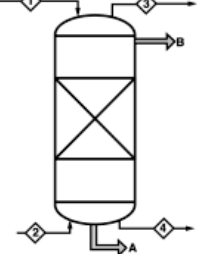
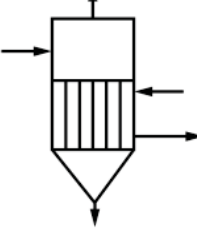
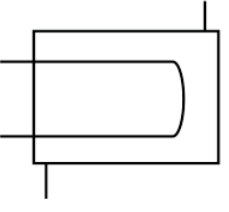
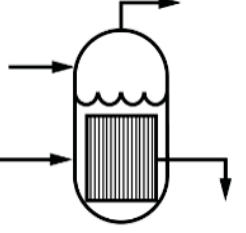
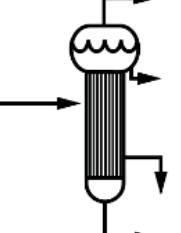
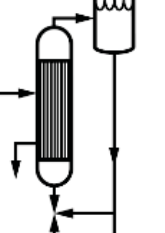
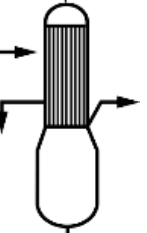
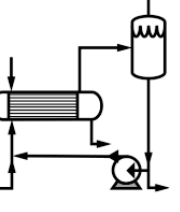
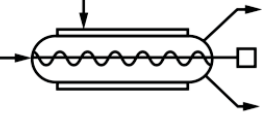
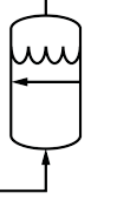
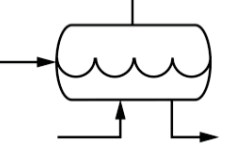

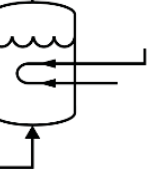
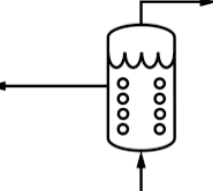
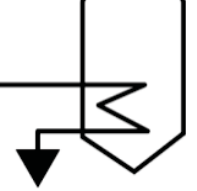
En esencia los evaporadores presentan un diseño similar a los intercambiadores de coraza y tubos, ya que tienen como objetivo el intercambio de calor sin la necesidad de mezclar los fluidos, además de corresponder a los mecanismos de conducción y convección principalmente para realizar la transferencia de calor.

Normalmente se emplea vapor o gases de combustión como medio de calentamiento, el cual viaja por los tubos y se espera la evaporación del solvente en la parte anular o coraza.

Es común que estos equipos operen con una presión negativa o al vacío, esto se realiza para abatir el punto de ebullición y así disminuir el suministro de energía, al mismo tiempo se modifican las condiciones del soluto para su posterior tratamiento.



### 1.2.4.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología)

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Evaporador	Evaporator	EV	EVPR
Simbología			
PEP	INECC	APD	ISA-S5.5-1985
			
		Un Solo Efecto	
UTCJ	UTCJ	UTCJ	UTCJ
			
Tipo Calandria	Tubos	Con Recirculación	Tipo Pelicula
UTCJ	UTCJ	UTCJ	UTCJ
			
Horizontal con Circulación forzada	Pelicula con agitación	Enchaquetado Vertical	Enchaquetado Horizontal
UTCJ	UTCJ	UTCJ	CPESD
			
Enchaquetado con medio de calentamiento	Enchaquetado vertical con medio de calentamiento	Enchaquetado con Serpentin sumergido	

### 1.2.5. Condensadores

Los condensadores son aquella operación unitaria, encargada de transferir energía de un fluido (generalmente gas) a otro fluido de menor temperatura, conocido como refrigerante, eliminando el calor latente del vapor a condensar, a través de los mecanismos de convección y conducción principalmente, originados por un gradiente de temperatura y con la finalidad de enfriar uno o más de los componentes, concluyendo en la licuefacción del fluido.

En esencia los condensadores presentan una estructura similar a los intercambiadores de calor porque en este proceso el refrigerante sufre un aumento en su temperatura.

De acuerdo a sus características se agrupan en dos clases:

- Condensadores de coraza y tubos

También conocidos como condensadores de contacto indirecto, son aquellos equipos que tienen la capacidad de transferir calor sin la necesidad de mezclar los fluidos que circulan por la unidad de intercambio, pero separados por una barrera con capacidad de transferir energía térmica.

- Condensadores de contacto

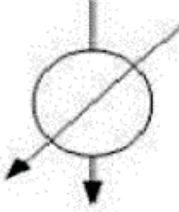
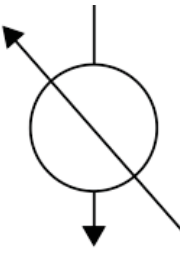
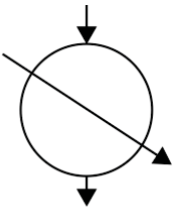
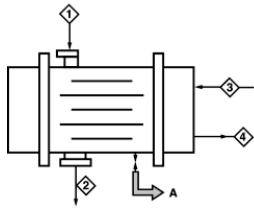
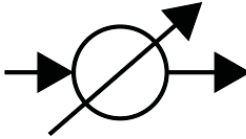
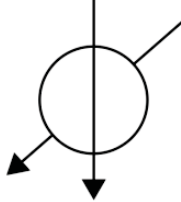
También conocidos como condensadores de contacto directo, son aquellos equipos destinados la transferencia de calor con la característica de mezclar los fluidos permitiendo el intercambio de energía a través de la combinación de las corrientes de proceso, fusionándose en una sola corriente de salida.

En el diseño de condensadores de coraza y tubos existen distintas configuraciones (vertical y horizontal) y arreglos variados de acuerdo a la circulación de los fluidos (condensación en los tubos o condensación en la coraza), derivando en diversos diseños aplicables a las necesidades del proceso.

- Horizontales con condensación en la coraza
- Horizontales con condensación en los tubos
- Verticales con condensación en la coraza
- Verticales con condensación en los tubos

Generalmente los condensadores horizontales con condensación en la coraza son el diseño más frecuente para realizar dicha operación unitaria debido a una alta transferencia de calor, aunque existen diferentes criterios y heurística para la selección de un condensador.

### 1.2.5.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología)

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Condensador	Condenser	CC	E
Simbología			
UTCJ	ASME Y32.11	APD	INECC
 <p>Flujo de proceso lado carcaza</p>			
CPESD	UTCJ		
	 <p>Flujo de proceso lado Tubos</p>		

### 1.2.6. Acumuladores De Calor

Los acumuladores de calor son todas aquellas operaciones unitarias encargadas de almacenar energía térmica en sus interiores, para posteriormente ser liberada hacia el exterior con algún propósito particular y así cumplir con su objetivo de diseño, que es aprovechar al máximo la energía suministrada por una corriente de gases o algún otro sistema, por medio de los mecanismos de convección y principalmente radiación.


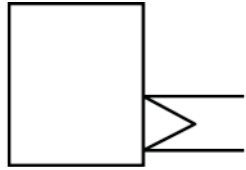
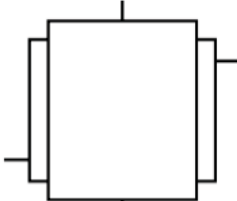
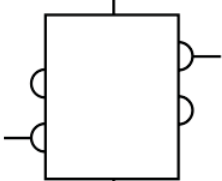
En esencia constan de distintas partes las cuales son:

- Núcleo acumulador: es la parte del equipo donde se almacena el calor, esta sección comúnmente se encuentra forrada con materiales que aíslan térmicamente el núcleo de los alrededores.
- Resistencia eléctrica: tiene como objetivo suministrar energía al sistema, específicamente al núcleo acumulador, generando energía calorífica en periodos de carga, manteniendo una temperatura aproximadamente homogénea.
- Aislamiento térmico: esta parte del equipo se encarga de mantener caliente el núcleo acumulador, para evitar que el calor sea transferido hacia los alrededores, así como mantener una temperatura superficial apropiada.

Los acumuladores de calor pueden ser del tipo:

- Estáticos: se refiere a acumuladores de calor que son fijos, es decir que no poseen movimiento, presentando generalmente en su diseño una sección de entrada y otra de salida.
- Dinámicos: este tipo de equipos están implementados con ventiladores o impulsores que le permiten circular al fluido a través del equipo.

### 1.2.6.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología)

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Acumulador De Calor	Storage Heat	VE	SH
Simbología			
PEP	ISO 10628	ISO 10628	ISO 10628
	 Eléctrico		 Media bobina

### *1.3. Transferencia de Masa y Energía simultáneamente*

Dentro de la clasificación de las operaciones unitarias, es común identificar los equipos que realizan la transferencia de masa y energía simultáneamente, los cuales efectúan dicho fenómeno a partir de los mecanismos descritos en las secciones 1.1 y 1.2, cabe mencionar que la transferencia simultánea es una consecuencia de los gradientes impulsores de diferencias entre la temperatura y la concentración, con la peculiaridad de que el transporte se realiza en una interfase, ya sea en una sola dirección o en direcciones opuestas.

Una gran cantidad de dispositivos se rigen bajo estas propiedades conservativas en forma simultánea, por tanto son procesos sumamente relevantes para la industria química, como pueden ser: cristalización, enfriamiento de líquidos, secado, liofilización, acondicionamiento de gases, entre otros.

#### **1.3.1. Cristalización**

La cristalización es toda aquella operación unitaria, encargada de generar partículas sólidas cristalinas (precipitado) en el seno de una solución homogénea por medio de la transferencia de masa y energía, con el objetivo de separar el soluto de la solución acuosa en forma de cristales, los cuales comúnmente presentan una pureza alta con respecto a otros métodos de separación, debido a que los contaminantes generalmente se encuentran solubilizados en la fase líquida o aguas madres y no precipitan.

El método de cristalización más común consiste en buscar la sobresaturación de la solución a partir del incremento de la temperatura hasta alcanzar el punto en el cual el soluto supera las condiciones de solubilidad, provocando un aumento en la concentración para fomentar la

creación y el crecimiento de los cristales. Debido a que la solubilidad es sensible a los cambios en la temperatura también es posible la obtención de precipitado por medio del abatimiento de la temperatura de la solución, de este modo se desplaza el equilibrio hacia la formación de precipitado.

Para la producción de cristales, es necesario considerar las condiciones al equilibrio ya que nos brindan información sobre la solubilidad y el punto de saturación del soluto, la cinética que indica la velocidad con la cual se forma el primer cristal (nucleación) y su crecimiento, también se deben tomar en cuenta los recursos para la operación y generación de energía, entre otros factores.

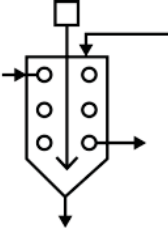
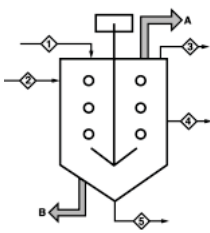
De acuerdo a su diseño los cristalizadores pueden ser operados en forma continua o por lotes y deben ser seleccionados de acuerdo a las necesidades del proceso, además existen diferentes tipos de equipos para dicha operación unitaria.

- Cristalizadores de tanque: su tipo de producción es por lotes y en esencia es el equipo más sencillo, además de ser empleado en procesos a pequeña escala. Consiste en un tanque enchaquetado comúnmente equipado con un agitador, el cual induce la cristalización a partir del abatimiento de la temperatura de las aguas madres.
- Cristalizadores evaporadores: estos equipos logran la cristalización a partir de la evaporación de la disolución mediante distintos medios de calefacción, buscando la concentración del soluto. Son ampliamente utilizados cuando la solubilidad no presenta variaciones significativas con la modificación de la temperatura.



- **Cristalizadores de vacío:** estos equipos son recipientes cerrados que buscan abatir la temperatura de ebullición a partir de la generación de vacío, son comúnmente empleados cuando se desea una velocidad de cristalizado rápido y operación de la solución a temperaturas bajas.

### 1.3.1.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología)

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Cristalizador	Crystallizer	CZ	K
Simbología			
APD	INECC		
			

### 1.3.2. Secado

El secado es toda aquella operación unitaria encargada de eliminar la humedad residual sea total o parcialmente de agua o en término general de cualquier otro líquido (alcoholes, éteres, etc.) en una sustancia pudiendo ser esta sólida, líquida o gaseosa a partir de vaporización térmica, por tanto este proceso se rige bajo las propiedades conservativas de transferencia de masa y energía y no haciendo uso de procesos mecánicos y/o fisico-químicos.

- Procedimientos mecánicos de secado: prensado, centrifugación, aspiración o filtrado.
- Procedimientos físico-químicos de secado: adsorción de humedad por sustancias higroscópicas.

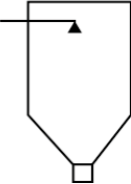
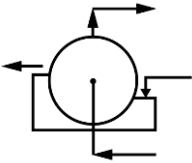
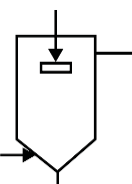
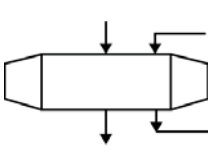
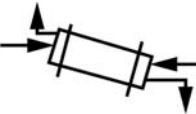

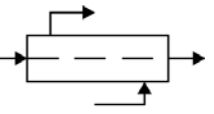
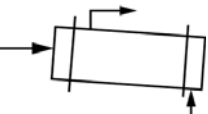
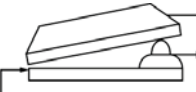
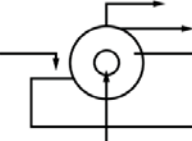
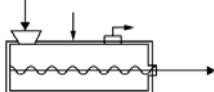
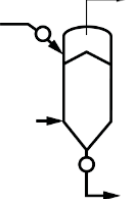
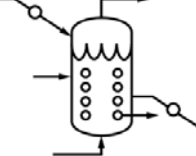
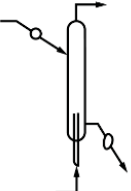
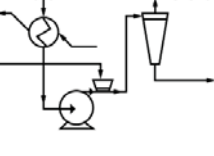
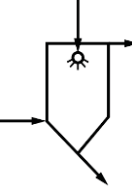
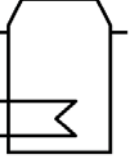

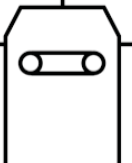
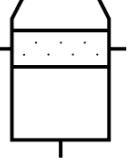
El secado es una operación que depende directamente de las características de los reactivos así como de la temperatura del medio de calefacción, tiempo de secado, contenido de líquido del material y de la resistencia de la sustancia a la temperatura.

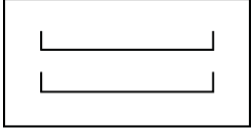
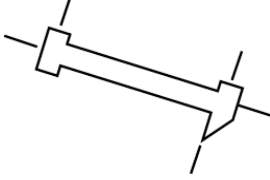
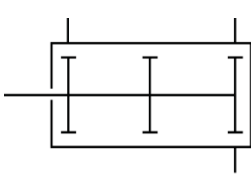
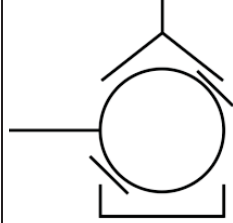
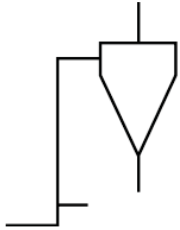
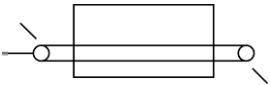
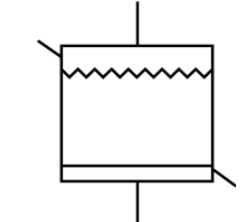
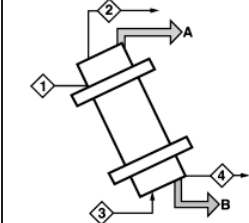

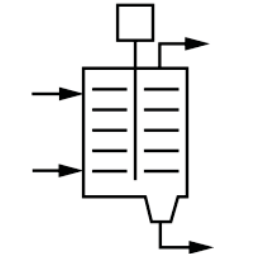
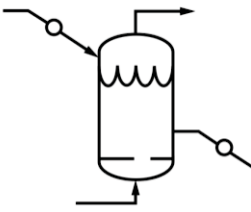
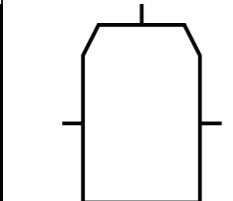
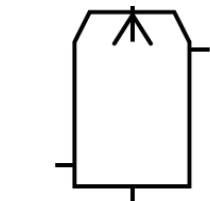
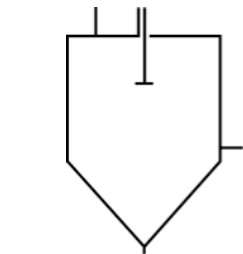
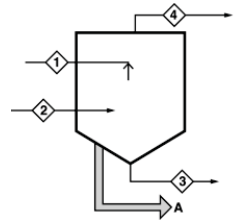
Dependiendo de las características del proceso a realizar se emplean distintos tipos de secadores pudiendo ser estos extremadamente variables en su forma y composición:

- Secador rotatorio: para sólidos y proceso continuo
- Secador de charolas: sólidos y proceso por lotes
- Secador de banda: sólidos y proceso continuo
- Secadores por atomización: líquidos
- Secadores de lecho fluidizado: sólidos y proceso continuo

Comúnmente el secado es parte de las etapas finales de tratamiento de productos para modificación de sus características o empaquetamiento, volviéndolos así más aceptables para su comercialización.

### 1.3.2.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología)

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Secador	Dryer (thermal)	DR	DE
Simbología			
ISA-S5.5-1985	APD	APD	APD
			
Torre de Secado o Spray CPESD	Flaker o de Tambor CPESD	Torre de Secado o Spray UTCJ	Rotatorio UTCJ
			
Rotatorio UTCJ	Bandeja UTCJ	Tunel UTCJ	Rotativo UTCJ
			
Vibratorio UTCJ	Tambor UTCJ	Tornillo UTCJ	Gravedad UTCJ
			
Indirecto ISO 10628	Camara fluida ISO 10628	Sistema de Secado ISO 10628	Torre de Secado o Spray ISO 10628
			
Secador con conexión de calefacción	Camara o Gabinete		Lecho fluido o fluidizado

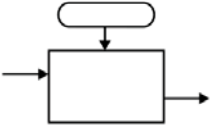
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Secador	Dryer (thermal)	DR	DE
Simbología			
PDVSA	PDVSA	PDVSA	PDVSA
			
Platos por Lotes PDVSA	Rotativo PDVSA	Carga agitada PDVSA	Tambor INECC
			
Instantaneo ASME Y32.11	Banda o Correa UTCJ	Lecho fluido o Fluidizado UTCJ	ISO 10628
			
Rotativo o Flaker ISO 10628	Torre PDVSA	Directo INECC	
			
Pulverización	Spray		

### 1.3.3. Liofilización

La liofilización es toda aquella operación unitaria encargada de eliminar el agua o algún otro solvente parcialmente de un compuesto que se desea secar, a partir de la congelación y posterior sublimación por medio de un proceso de vacío. Por tanto esta operación se rige bajo las propiedades conservativas de transferencia de masa y energía simultáneamente.

Este proceso tiene el mismo objetivo que el secado pero con la peculiaridad de realizarse a bajas temperaturas y al vacío, debido a esta razón es considerablemente empleado con sustancias sensibles a las altas temperaturas (proteínas, enzimas, bacterias, tejidos, alimentos, etc.) evitando así alterar las características cualitativas y cuantitativas de compuestos orgánicos e inorgánicos.

#### 1.3.3.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología)

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Liofilización	Freeze drying	LI	FD
Simbología			
UTCJ			
			
Unidad de refrigeración			

#### 1.3.4. Enfriamiento De Líquidos (Torre De Enfriamiento)

El enfriamiento de líquidos es toda aquella operación unitaria encargada de abatir la temperatura de un líquido (principalmente agua) a partir del contacto con gases a menor temperatura (comúnmente aire), cabe aclarar que estos son los sistemas más abundantemente empleados en la industria, aunque es posible encontrar diferentes configuraciones.

Esta operación pone en contacto directo la corriente de agua con aire no saturado y a menor temperatura, por esta razón es posible efectuar dicho proceso a través de distintos equipos como lo son torres de enfriamiento o estanques, así que deben ser seleccionados de acuerdo a las necesidades y se clasifica dentro de transferencia de masa y energía simultánea porque existen pérdidas de líquido durante el proceso de enfriamiento.

- Torre de enfriamiento: probablemente es el equipo más empleado para realizar este tipo de operación unitaria, debido a sus bajos costos de operación, mantenimiento e instalación. El enfriamiento ocurre cuando el líquido cae a través de la torre poniendo en contacto directo una corriente gaseosa, permitiendo así la transferencia de energía entre ambos fluidos. De acuerdo a su configuración se pueden clasificar como torres de tiro forzado, inducido y natural, esto nos indica de qué forma circula la corriente gaseosa en el interior del equipo.

Existen diferentes tipos y configuraciones sin embargo presentan ciertos componentes en común:

Ventilador: se encuentra en el domo o a un costado del equipo y se le emplea para hacer circular el gas en el interior con una mayor eficiencia.

Empaque: tiene el objetivo de incrementar la superficie de contacto entre el líquido a enfriar y el gas.

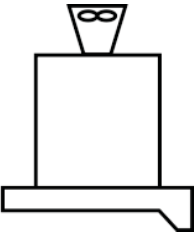
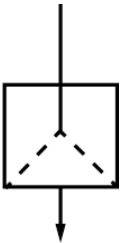
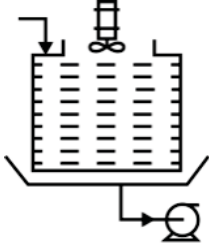
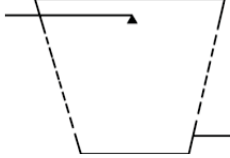
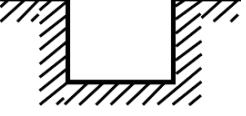
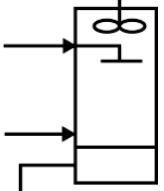


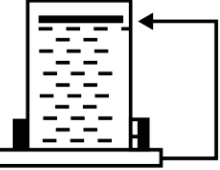
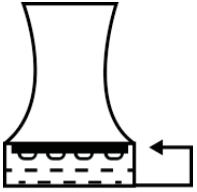
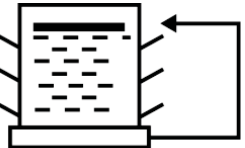
Deflectores o Eliminadores de niebla: se emplean para atrapar las gotas de líquido que fluyen con el sentido de la corriente gaseosa y así disminuir las pérdidas a la salida de la torre de enfriamiento.

Depósito o Pileta: sección del equipo donde se acumula el líquido enfriado.

Cabe mencionar que el caudal de líquido a enfriar disminuye significativamente debido a la evaporación del líquido.

- Estanque, Pileta o Laguna: son equipos muy sencillos los cuales están orientados en paralelo al viento y por donde se suministra el líquido sobre la superficie de la pileta, permitiendo así la transferencia de energía, en algunos diseños suelen estar acondicionados con rociadores para favorecer el contacto con el aire.

### 1.3.4.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología)

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Torre de Enfriamiento	Cooling Tower	TE	CTWR, CT
Simbología			
PEP	ASME Y32.11	UTCJ	ISA-S5.5-1985
			
Celda de Torre de Enfriamiento	Torre de Enfriamiento	Torre de Enfriamiento	Torre de Enfriamiento
PEP	CPSD	PDVSA	VISIO
			
Fosa o depósito	Torre de Enfriamiento "Tiro forzado"	Laguna	Torre de Enfriamiento "Tiro Inducido"
VISIO	VISIO	VISIO	
			
Torre de Enfriamiento "Tiro Forzado"	Torre de Enfriamiento "Tipo Chimenea"	Torre de Enfriamiento "Tiro Natural"	



#### *1.4. Transporte De Fluidos*

Como se ha manejado a lo largo de esta tesis, una forma de clasificar las operaciones unitarias es por medio de la propiedad conservativa a la cual corresponden, en esta sección se encuentran los equipos más representativos que se rigen bajo el fenómeno de transferencia de momentum. Es preciso destacar que todos los fluidos ejercen una resistencia al movimiento debido principalmente a las propiedades de densidad y viscosidad, entre otras.

El transporte de fluidos hace alusión a un movimiento continuo y forzado de los fluidos a través de conductos fijos, los cuales están implementados con elementos que permiten su desplazamiento y cuyas características dependen de la función que se desee realizar, en ingeniería existe un gran número de tipos y configuraciones diversas que permiten dicho transporte.

Para el transporte de fluidos se emplean ciertos fundamentos físicos como los balances de materia y energía, ecuaciones de balances de cantidad de movimiento y ecuación de continuidad; si se desea realizar un análisis mucho más riguroso se deben emplear ecuaciones vectoriales y tensoriales, por tanto resulta imprescindible el conocimiento de fenómenos de transporte más profundo.

### 1.4.1. Compresores

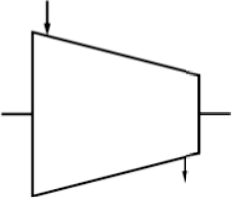
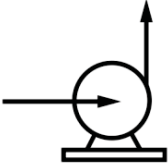
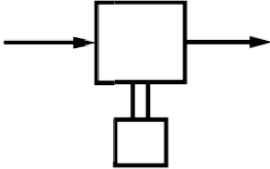
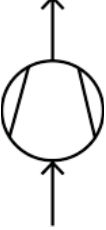
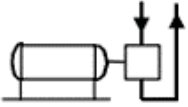
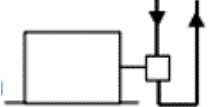
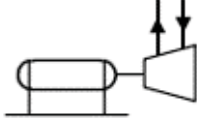
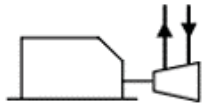
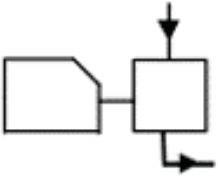
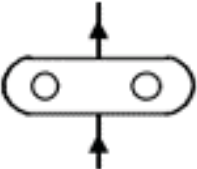
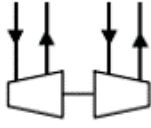
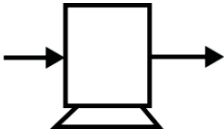
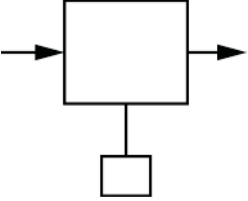
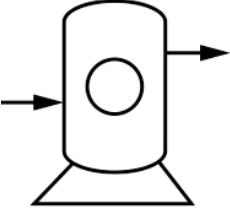

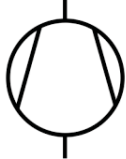
Los compresores son todas aquellas operaciones unitarias encargadas de incrementar la presión de un gas a partir del suministro de energía mecánica; debe entenderse que el movimiento del gas es transformado en un aumento en la presión, por tanto existen diferentes formas y configuraciones para dicho fin.



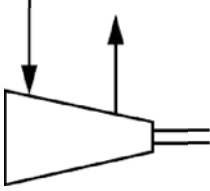
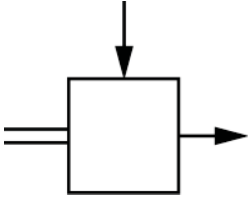
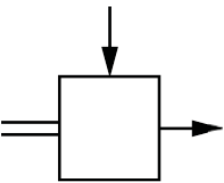

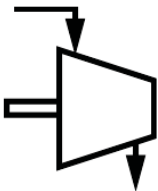
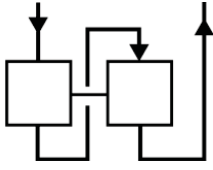
Debido al aumento de la temperatura, estos equipos cuentan con un sistema de refrigeración interna, comúnmente se emplean intercambiadores de calor de tubos concéntricos o en su defecto están enchaquetados para circular agua de enfriamiento u otro líquido refrigerante.

En general pueden clasificarse en:

- Alternativos o Reciprocantes: comúnmente se emplean para producir presiones altas por medio de la compresión de un gas atrapado en un cilindro cerrado y presionado con pistones, estos empujan al gas a atravesar un conducto de diámetro muy pequeño respecto al cilindro, posterior a esto, es almacenado en un depósito, o en su defecto ingresa a otra cámara para una compresión posterior.
- Rotativos o Centrífugos: se emplean para producir presiones intermedias y bajas a partir de una gas atrapado en el interior de un recipiente circular cerrado y presionado por la fuerza centrífuga de una rueda implementada con paletas, las cuales empujan al gas a través de un conducto muy fino y se almacena en un depósito a mayor presión.

### 1.4.1.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología)

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Compresor	Compressor	C	CMPR, JC
Simbología			
ISA-S5.5-1985	APD	APD	ISO10628
			
PEP	Centrífugo PEP	Reciprocante PEP	Centrífugo PEP
			
Reciprocante de efecto simple con motor eléctrico PEP	Reciprocante de efecto simple con motor de combustión interna PEP	Centrífugo con motor eléctrico (un paso) PEP	Centrífugo con turbina de vapor CPESD
			
Reciprocante con turbina UTCJ	Rotatorio UTCJ	Expansor con compresor centrífugo UTCJ	Reciprocante ISO 10628
			
Reciprocante	Centrífugo	Rotativo	

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Compresor	Compressor	C	CMPR, JC
Simbología			
ISO 10628	ISO 10628	PDVSA	PDVSA
			
Diafragma PDVSA	Turbo ISO 10628	Centrífugos CPESD	Reciprocantes de un etapa PEP
			
Reciprocantes de múltiples etapas	Pistón	Centrífugo	Reciprocante de Dos Pasos

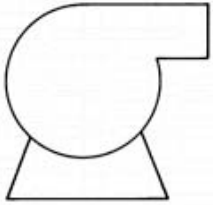
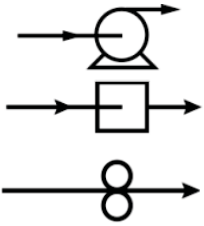
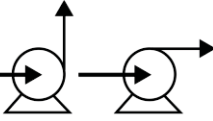
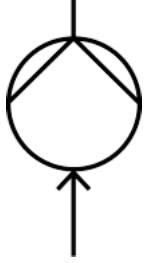
### 1.4.2. Bombas

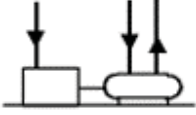
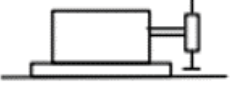


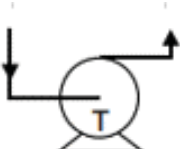

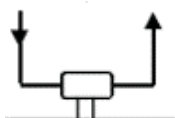
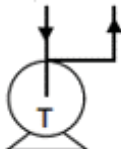
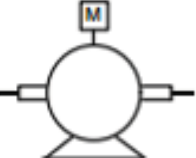
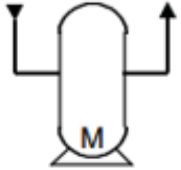
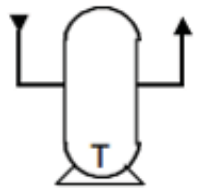
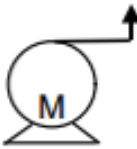
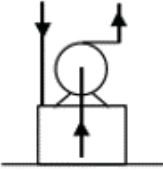
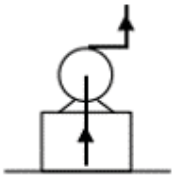
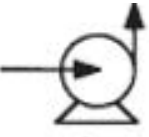
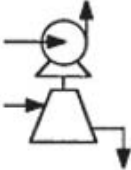
Las bombas son todas aquellas operaciones unitarias encargada de impulsar líquidos por medio del suministro de energía mecánica a través de conductos fijos, dicha energía puede proceder de diferentes fuentes: motores térmicos, eléctricos entre otros, confiriéndole un cambio de presión, posición y velocidad al fluido, de ahí se pueden tener bombas para cambiar la posición como en el caso de las bombas de pozo profundo o bombas de alimentación que se encargan de proporcionar velocidad y presión a los fluidos. Con base en estos conceptos deben de seleccionarse de acuerdo a las necesidades del proceso, por tanto existen diversas clasificaciones acorde a sus formas y configuraciones.

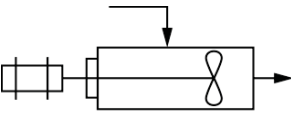
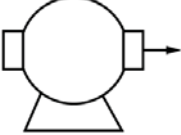
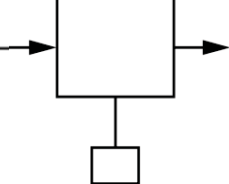
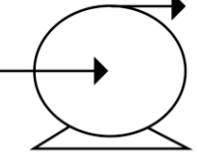


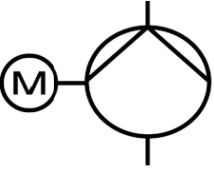
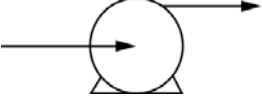
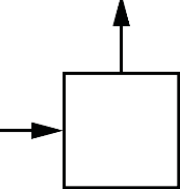


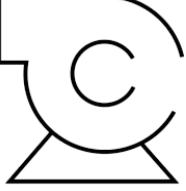
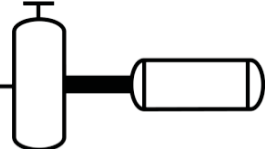
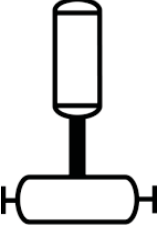
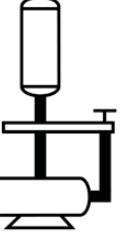
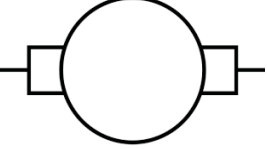
En general pueden clasificarse en:


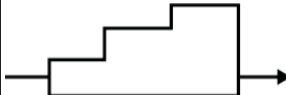
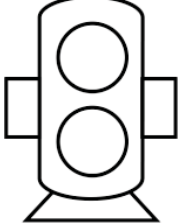

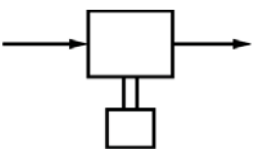
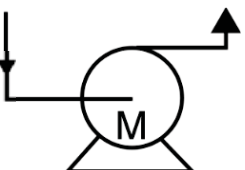
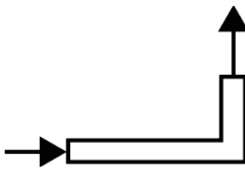
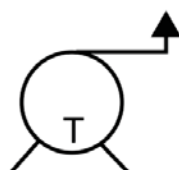
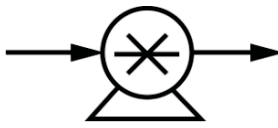
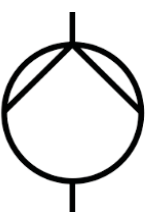
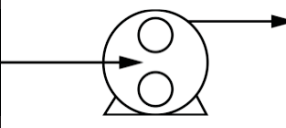
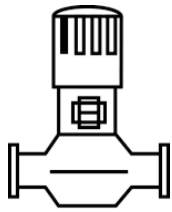
- **Centrífugas:** constan de elementos móviles giratorios, sumergidos e inmersos en una caja, dichos elementos empujan el fluido hacia el exterior imprimiéndole una fuerza centrífuga.  
Son ampliamente empleadas por su versatilidad de capacidad, costo y mantenimiento.
- **Reciprocantes:** se encargan de suministrar impulso a un caudal pulsante, esto lo logra partiendo de un líquido atrapado en un cilindro cerrado y empujado con pistones o émbolos, los cuales incitan al líquido a viajar a través de conductos.

#### 1.4.2.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología)

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Bomba	Pump	P	P, J
Simbología			
ISA-S5.5-1985	ASME Y32.11	APD	ISO10628
	 centrífuga, recíprocante y rotativa		

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Bomba	Pump	P	P, J
<b>Simbología</b>			
PEP	PEP	PEP	PEP
 <p>Centrífuga pasos múltiples con motor de combustión interna</p>	 <p>Diafragma o de pistón</p>	 <p>Canned</p>	 <p>Tornillo</p>
PEP	PEP	PEP	PEP
 <p>Centrífuga horizontal con turbina</p>	 <p>Reciprocante con motor eléctrico</p>	 <p>Reciprocante de vapor</p>	 <p>Centrífuga vertical con turbina</p>
PEP	PEP	PEP	PEP
 <p>Vacío</p>	 <p>Rotatoria con motor eléctrico</p>	 <p>Rotatoria con turbina</p>	 <p>Pozo centrífuga vertical con motor eléctrico</p>
PEP	PEP	CPESD	CPESD
 <p>Sumergida con motor eléctrico "no corrosivo"</p>	 <p>Sumergida con motor eléctrico "corrosivo"</p>	 <p>Centrífuga</p>	 <p>Centrífuga con turbina</p>

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Bomba	Pump	P	P, J
Simbología			
UTCJ	UTCJ	UTCJ	UTCJ
			
Flujo axial ISO 10628	Rotativa ISO 10628	Reciprocante ISO 10628	Centrífuga PDVSA
			
Centrífuga PDVSA	Tornillo VISIO	Embolo con motor eléctrico VISIO	Centrífuga VISIO
			
Reciprocantes VISIO	Centrífuga VISIO	Centrífuga 2 VISIO	Centrífuga 3 VISIO
			
Horizontal	Vertical	Pozo	Vacío

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Bomba	Pump	P	P, J
Simbología			
VISIO	VISIO	VISIO	VISIO
			
Tornillo APD	Desplazamiento positivo PEP	Engrane PEP	Tornillo 2 PEP
			
Reciprocante CPESD	Centrífuga horizontal con motor eléctrico ISO 10628	Dosificadora PDVSA	Centrífuga vertical con turbina de pozo VISIO
			
Rotatoria		Rotativas	Vertical



### 1.4.3. Fluidización, Transportes Neumático e Hidráulico

La fluidización y los transportes neumáticos e hidráulicos son todas aquellas operaciones unitarias que implican la suspensión o el transporte de partículas vía un gas o un líquido, rigiéndose bajo la propiedad conservativa de transferencia de momentum.

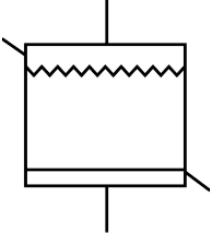
Desde un punto de vista macroscópico la fase sólida (o dispersa) se comporta como un fluido, es decir presenta una característica homogénea y con una densidad mayor, sea este líquido o gaseoso.

En la operación de fluidización un fluido viaja a través de un material granular en reposo hasta el punto donde la velocidad del fluido iguala la fuerza ejercida por el lecho, provocando así una suspensión, donde ciertas partículas presentaran un desplazamiento mayor relativo respecto a otras.

En el caso de transporte neumático la fuerza ejercida por el fluido es mayor que la del lecho por tanto el desplazamiento de las partículas es global.

Es preciso mencionar que debido a la resistencia que presentan las partículas al movimiento se genera una caída de presión asociada, hasta el punto en que la velocidad del fluido rompe esta barrera, a esto se le conoce como velocidad de "fluidización".

### 1.4.3.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología)

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Fluidización, Transporte Neumático e Hidráulico	Fluidization e Hydraulic Transport	LF	HF
Simbología			
PDVSA			
 <p>Lecho fluidizado</p>			

### 1.5. Separación Física

En esta sección se categorizan las operaciones unitarias que realizan la transformación de una mezcla heterogénea a partir de procesos mecánicos, se encuentren éstos en estado sólido, líquido o gaseoso, para la obtención de dos o más productos.

Cabe mencionar que una gran cantidad de dispositivos se rigen bajo la propiedad conservativa de transferencia de masa aunque las bases de la separación se fundamentan en características físicas tales como el tamaño, la densidad o la forma y no en operaciones difusionales que implican un cambio de fase o un transporte de materia de una fase a otra.

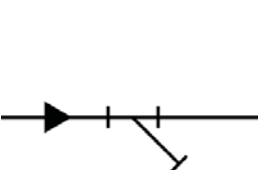
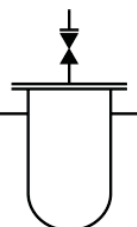
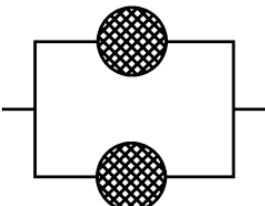
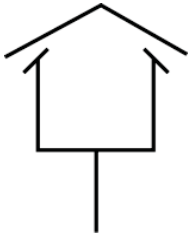
### 1.5.1. Filtración

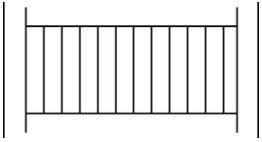
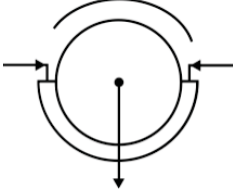
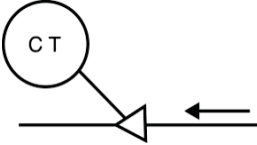
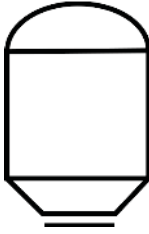
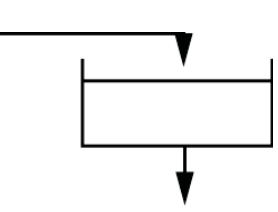
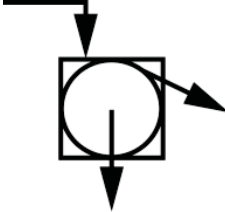
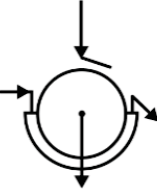
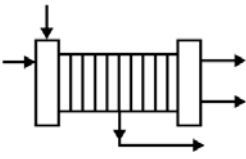

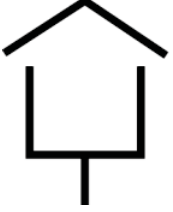
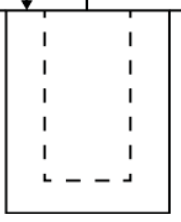
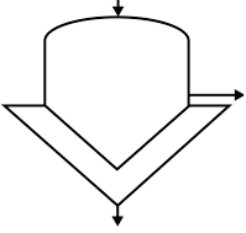
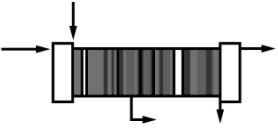
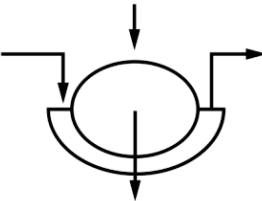
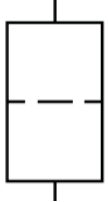
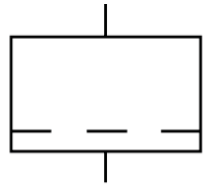
La filtración es toda aquella operación unitaria que implica la separación de partículas sólidas, semisólidas o gaseosas inmersas en un fluido, que al atravesar un medio poroso, fibroso o granular (medio filtrante) son aisladas. Este concepto es aplicable para sistemas sólido-líquido, sólido-gas, líquido-gas y tiene como objetivo primordial la recuperación de sólidos y la clarificación de líquidos o gases a partir de la aplicación de una fuerza impulsora, sea esta por gravedad, vacío, presión o centrifugación.

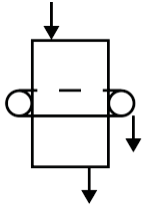
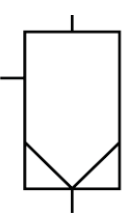
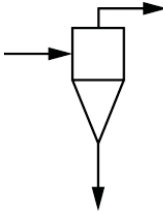
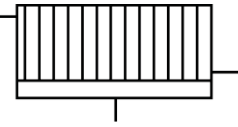
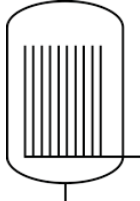

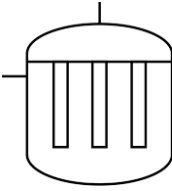
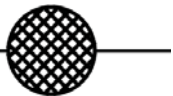
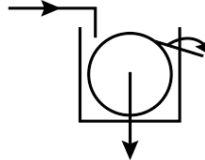
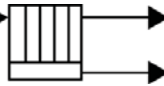
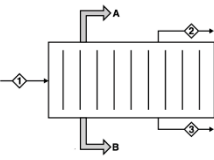
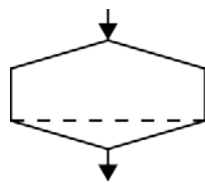
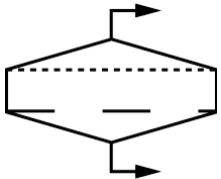
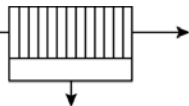
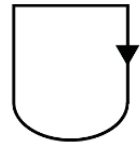
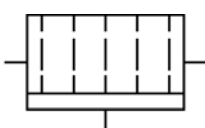
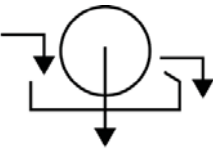
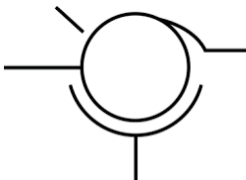

Para sistemas heterogéneos sólido-líquido se conoce como "efluente" o "permeado" al líquido filtrado y "torta" a la fracción de líquido y sólido retenido en el medio filtrante.

Entre las principales variables que impactan esta operación unitaria se encuentran el tamaño de la partícula, la temperatura, la concentración de sólidos, la densidad y la viscosidad entre otras, yendo desde configuraciones simples como un colado, hasta operaciones más complejas.

#### 1.5.1.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología)

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Filtro	Filter	F	P
Simbología			
PEP	PEP	PEP	PEP
			
Tipo "y"	Tipo "canasta"	Tipo "duplex"	Tipo "toma de aire"

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Filtro	Filter	F	P
Simbología			
PEP	PEP	PEP	PEP
			
Tipo "prende"	Tipo "Rotatorio continuo abierto o cerrado"	Tipo "conico"	Tipo "por precolacion arcilla o grava"
CPESD	CPESD	APD	APD
			
Filtro de arena	Rotatorio de vacío	Continuo rotatorio	Platos y Empacado
APD	APD	ISA-S5.5-1985	ISA-S5.5-1985
			
Canasta	Entrada de aire	Líquidos	Vacío
UTCJ	UTCJ	ISO10628	ISO10628
			
Placas	Continuo		

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Filtro	Filter	F	P
Simbología			
ISO10628	ISO10628	PDVSA	PDVSA
			
	Gas	Ciclón	Prensa
PDVSA	PDVSA	PDVSA	
			
Presión de platos verticales	Presión de platos horizontales	Cartucho	
PEP	ASME Y32.11	CPESD	INECC
			
Tipo "simplex"	Rotatorio de vacío	Platos y Empacado	
APD	UTCJ	ASME Y32.11	UTCJ
			
Plato	Arena	Prensa	Cartucho
ISO10628	ISO10628	PDVSA	PDVSA
			
Prensa	Tambor rotativo	Rotativo	Rotativo de correa

### 1.5.2. Sedimentación

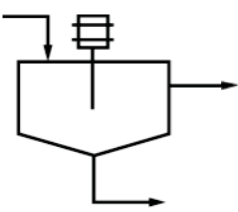
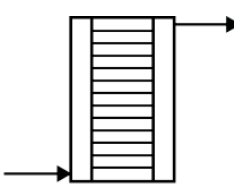
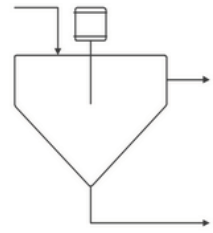
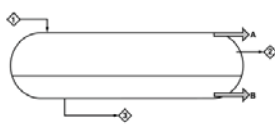
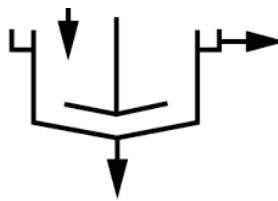
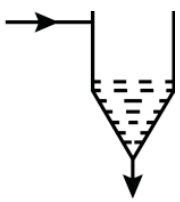
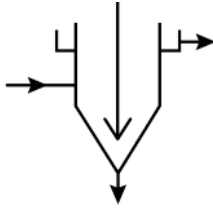
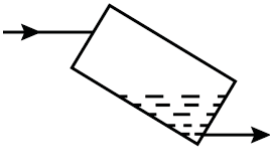
La sedimentación es toda aquella operación unitaria que realiza la separación de sistemas sólidos-líquidos, donde las partículas sólidas sedimentan por medio de la diferencia de densidades entre ambas fases y la acción de la fuerza gravitatoria. En esta operación el fluido a sedimentar se introduce en un tanque donde la velocidad del fluido es relativamente baja, permitiendo a las partículas suspendidas tener tiempo suficiente para precipitarse.

Comúnmente estos equipos están provistos con un sistema de recuperación continua de sedimentos, el cual consiste en un par de rastras o peines en las secciones superiores e inferiores del tanque, que colectan los sólidos. Es preciso aclarar que estos equipos difícilmente realizan una separación completa.

Tiene como objetivo la clarificación del líquido a partir de la eliminación de partículas sólidas suspendidas o en su defecto la concentración de la fase sólida. Debido a esta versatilidad los sedimentadores son ampliamente empleados en plantas de tratamiento de aguas residuales e industria minera principalmente.

Cabe mencionar que pueden operar en régimen estacionario y no estacionario aunque para industrias grandes comúnmente operan a régimen continuo.

### 1.5.2.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología)

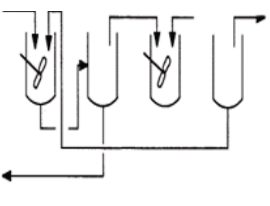
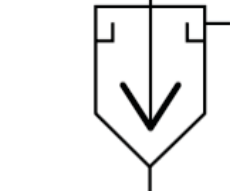
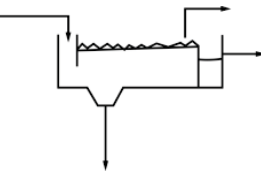
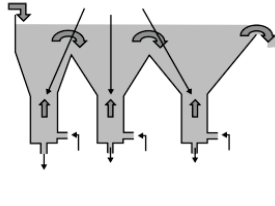
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Sedimentación	Clarifier/Setling	TAE	C
Simbología			
UTCJ	ASME Y32.11	VISIO	INECC
			
Sedimentador	Precipitador Eléctrico	Sedimentador	Sedimentador
CPESD	ASME Y32.11	ASME Y32.11	ASME Y32.11
			
Sedimentador con rastra	Sedimentador	Sedimentador con rastra	Sedimentador

### 1.5.3. Clasificación Hidráulica

La clasificación hidráulica es toda aquella operación unitaria que realiza la separación de sistemas sólidos-líquidos, donde las partículas sólidas además de sedimentar son separadas en distintas fracciones, a partir de la acción de la fuerza gravitatoria, así como las diferencias entre las densidades, tamaño y forma de las partículas. Comúnmente los clasificadores hidráulicos son una serie de tanques que operan conectados en serie y a distintas velocidades de sedimentación, cada tanque sedimenta un tipo de partícula en específico de acuerdo a las variables antes mencionadas.

En general el principio básico de funcionamiento y diseño es el mismo que en equipos de sedimentación, con la característica de que los clasificadores hidráulicos efectúan una disgregación de partículas sólidas suspendidas además de realizar una separación más robusta.

### 1.5.3.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología)

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Clasificación Hidráulica	Hydraulic Classification o Hydraulic Sorter	CH	HC
Simbología			
CPESD	ISO 10628	PDVSA	****
 <p>Sistema de Clasificación</p>	 <p>Clasificador</p>	 <p>Separador API</p>	

### 1.5.4. Flotación

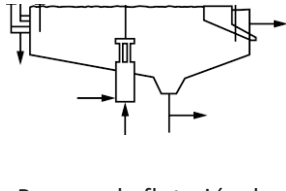
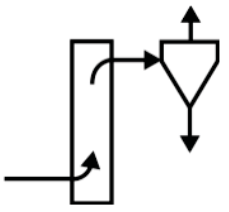
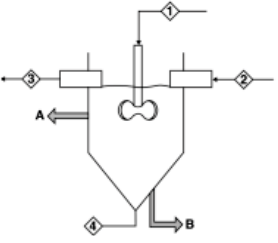
La flotación es toda aquella operación unitaria que realiza la separación de sistemas sólidos-líquidos o líquidos-líquidos, donde las partículas más pesadas son forzadas a ascender por medio de la inyección de aire, generando así una diferencia de densidades. En algunos casos se promueve el rendimiento de la flotación al adicionar algún agente químico que modifica la mojabilidad, permitiendo de esta manera, que el conjunto partícula-burbuja de aire suba hacia la superficie.



De acuerdo a su finalidad esta operación puede ser empleada para eliminar o concentrar el material suspendido, además de presentar una mayor eficacia de separación de partículas pequeñas o más ligeras en un menor tiempo con respecto a la sedimentación.

Cabe mencionar que pueden operar en régimen estacionario y no estacionario aunque para industrias grandes comúnmente operan a régimen continuo.

#### 1.5.4.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología)

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Flotación	Floatation	DAF	DAF
Simbología			
PDVSA	ASME Y32.11	INCC	
 <p>Proceso de flotación de aire disuelto (DAF)</p>	 <p>Air Lift</p>		

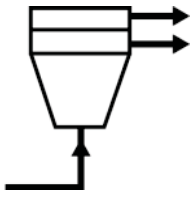
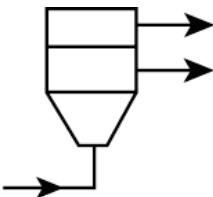
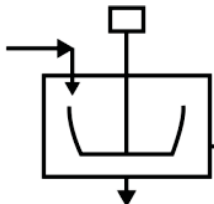
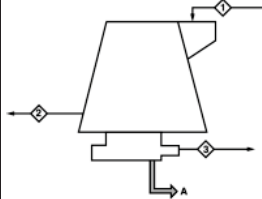
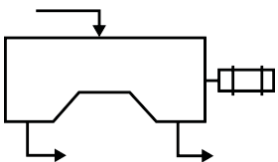
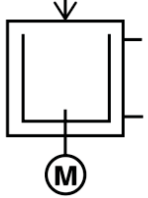
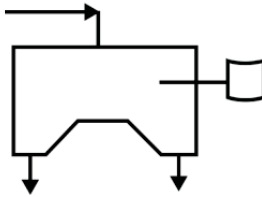
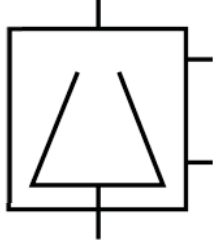
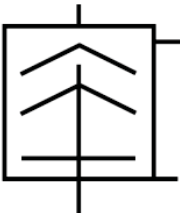
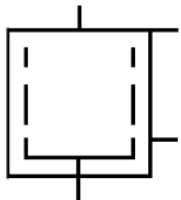
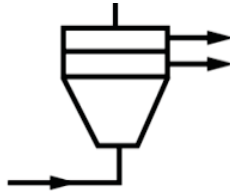
### 1.5.5. Centrifugación

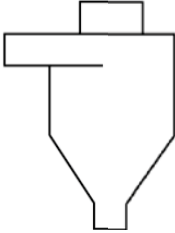
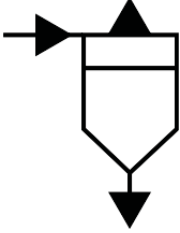
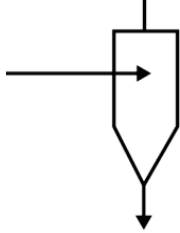
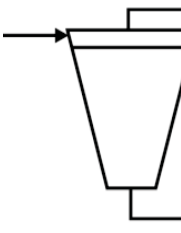
La centrifugación es toda aquella operación unitaria que realiza la separación de sistemas sólidos-líquidos o líquidos-líquidos a partir de la aplicación de una fuerza centrífuga mediante algún equipo mecánico rotativo (centrifugas) o neumático (ciclones), el cual funge en el sistema como una fuerza gravitatoria de asentamiento (gravedad artificial) y dando como consecuencia una separación mucho más rápida y eficiente con respecto a las operaciones unitarias antes descritas.

Tiene como objetivos principales la concentración o eliminación de sólidos, la clarificación de líquidos y la separación de mezclas, de ahí su versatilidad y amplio intervalo de aplicación.

De acuerdo con este principio se han diseñado distintos equipos que permiten efectuar la separación sea en procesos continuos o por lotes.

### 1.5.5.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología)

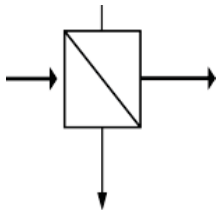
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Centrifuga	Centrifuge	CG	FF
Simbología			
PEP	ASME Y32.11	APD	INCC
			
Centrifugadora UTCJ	Centrifugadora ISO 10628	Centrifugadora por Lotes APD	Centrifugadora ISO 10628
			
Centrifuga ISO 10628	Centrifuga con sobrecubierta completa ISO 10628	Centrifugadora Continua CPESD	Centrifuga
			
Centrifuga-separador con placas	Centrifuga con sobrecubierta	Centrifuga	

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Ciclon	Cyclone	****	FG
Simbología			
ISA-S5.5-1985	Walas	APD	UTCJ
			

### 1.5.6. Ósmosis Inversa

La ósmosis Inversa es toda aquella operación unitaria que realiza la separación a nivel atómico-molecular de dos fluidos a distintas concentraciones separados por una membrana semipermeable. Al ejercer una presión superior a la osmótica en la sección de mayor concentración se consigue que el disolvente migre hacia la sección de menor concentración a través de la membrana, obteniendo en consecuencia una sección con mayor cantidad de soluto y la otra con disolvente puro.

#### 1.5.6.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología)

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Ósmosis Inversa	Reverse Osmosis	RO	RO
Simbología			
****			
			

## *1.6. Operaciones Físicas Complementarias*

Como se han desarrollado los temas a lo largo de esta tesis, se categorizó a las operaciones unitarias más representativas, de acuerdo a la propiedad conservativa a la que corresponden en mayor magnitud. Esta sección busca mostrar operaciones cuyo único objetivo es el acondicionamiento, ya sea de materias primas o de productos terminados, y por este motivo se les conocen como operaciones auxiliares u operaciones físicas complementarias.

Si se evalúa este apartado en un sentido riguroso, se entenderá que éstas no cumplen con la definición antes mencionada de operación unitaria, pero se incluyen en este trabajo porque estos equipos en esencia constituyen una pieza fundamental en muchos procesos industriales.

### *1.6.1. Trituración*

La trituración es toda aquella operación unitaria que tiene como objetivo la reducción de tamaño, y en específico, la obtención de gránulos a partir de piezas de mayor volumen por medio de compresión. Para hablar de un producto triturado dichas partículas se encuentran comprendidas en un intervalo de dimensiones previamente establecido, siendo ésta la principal diferencia con respecto a la molienda.

Tiene la finalidad de brindar un acondicionamiento adecuado a un proceso determinado y obtener así resultados más eficientes, debido a que en la gran mayoría de los procesos y operaciones con partículas sólidas, la superficie de contacto entre fases es directamente proporcional a la velocidad de reacción o de transferencia, por tanto una partícula de gran tamaño podría resultar inconveniente para algún proceso u operación en específico, aunque se esté procesando el mismo material.

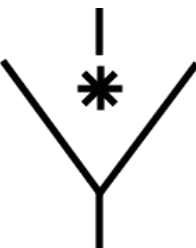
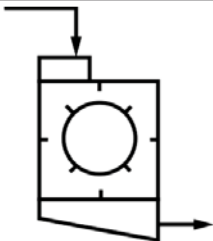
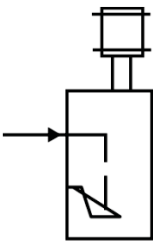
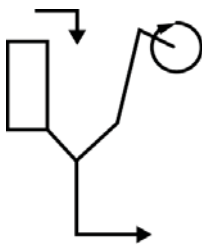
En esta operación los materiales a triturar se introducen por una boca de alimentación a una cámara donde se realiza el tratamiento, pudiendo ser ésta una trituración primaria, secundaria o terciaria, para posteriormente descargar el material por una boquilla de salida.

Dependiendo de las necesidades del proceso, se seleccionan las máquinas de trituración, tomando en cuenta principalmente las propiedades físicas de los materiales a procesar, así como el tamaño del producto a obtener, siendo las más comunes:

- Trituradoras de mandíbulas
- Trituradoras de rodillos lisos
- Trituradoras de rodillos dentados
- Trituradoras de rodillos rotatorios

Es preciso aclarar que en esta operación difícilmente se obtiene un tamaño de partícula homogéneo dando en consecuencia tamaños de granos variables.

#### 1.6.1.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología)

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Triturador	Crusher	CR	SR
Simbología			
CPESD	UTCJ	UTCJ	UTCJ
 <p>Trituradora</p>	 <p>Trituradora de impacto (martillo)</p>	 <p>Prensa</p>	 <p>Trituradora de quijada</p>

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Triturador	Crusher	CR	SR
Simbología			
CPESD	ASME Y32.11	UTCJ	UTCJ
Trituradora de rodillo ISO 10628	Trituradora de rodillo ISO 10628	Prensa tipo rodillo ISO 10628	Trituradora giratoria PDVSA
PDVSA	PDVSA	PDVSA	VISIO
Trituradora de cono UTCJ	Trituradora de mandibula PDVSA	Triturador giratorio PDVSA	
Trituradora de rodillo	Trituradora de martillo		

### 1.6.2. Molienda

Los molinos son toda aquella operación unitaria que tiene como objetivo la reducción de tamaño de partícula; en comparación con la trituración, la molienda ejerce un control más estrecho en las dimensiones del producto, es decir, genera partículas mucho más finas y uniforme a partir de la aplicación en conjunto de la abrasión y el impacto, sea éste en suspensión o en seco.

Tiene la finalidad de brindar un acondicionamiento adecuado a un proceso determinado y obtener así resultados más eficientes. Se puede asumir que comparte el mismo propósito que la trituración pero brindando partículas de un menor orden.

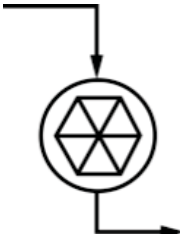

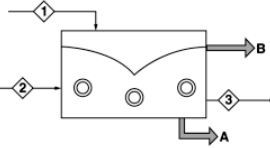
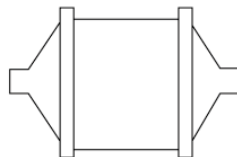
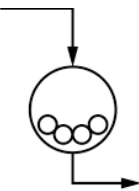
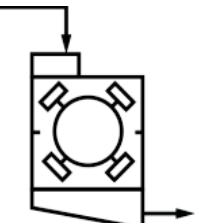
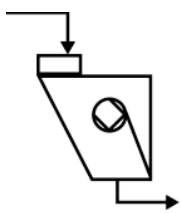
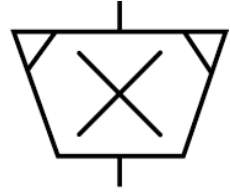
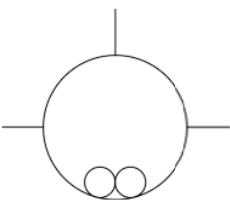

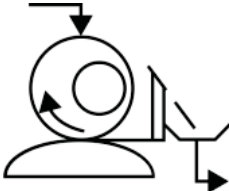
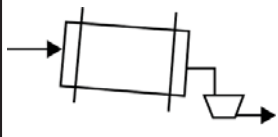
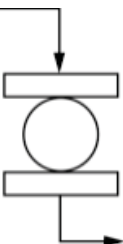
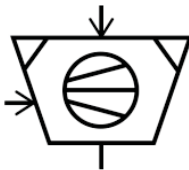

En esta operación los materiales a moler se introducen comúnmente por una boquilla de alimentación, la cual conduce a una cámara o coraza que en el interior está equipada con diversos elementos, como pueden ser: martillos, rodillos o bolas, los cuales dependiendo de cada tipo y modelo pueden girar o rotar, para quebrar y desgastar las partículas y así descargar un producto pulverizado por una boquilla de salida.

Dependiendo de las necesidades del proceso, se seleccionan las máquinas de molienda, tomando en cuenta principalmente las propiedades físicas de los materiales a procesar así como el tamaño del producto a obtener, siendo las más comunes:

- Molino de bola
- Molino de disco
- Molino de martillo
- Molino de codos
- Molino de barras



1.6.2.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología)

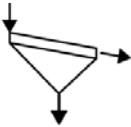
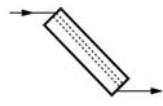
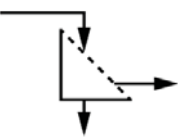
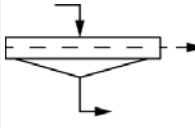
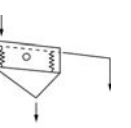
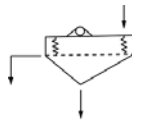
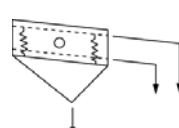
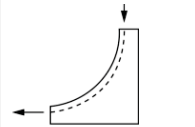
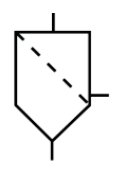
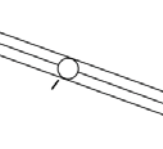
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Molienda	Mill	MO	MILL
Simbología			
UTCJ	ASME Y32.11	INCC	ISA-S5.5-1985
			
Molino de disco	Molino de bolas		
UTCJ	UTCJ	UTCJ	ISO 10628
			
Molino de barras o bolas	Molino de martillos	Cortadora (chipeadora)	Molino
PDVSA	CPESD	UTCJ	UTCJ
			
Molino de rodillo	Pebble o Molino de rodillo	Molino-pelets	Molino de barras o bolas
UTCJ	ISO 10628	ASME Y32.11	
			
Molino de rodos	Molino de chorro de gas	Molino de rodos	

### 1.6.3. Tamizado

El tamizado es toda aquella operación que tiene por objetivo la separación de mezclas sólido-sólido a partir de la diferenciación entre el tamaño de las partículas individuales, por medio de la aplicación de movimiento, comúnmente vibraciones, que fuerza a los componentes de menor dimensión a atravesar las aberturas de una malla o placa perforada; dichas partículas se les conoce como cernido mientras que las retenidas se les llama rechazo.

Es la operación de separación de sólidos más clásica y de acuerdo a las necesidades del proceso existen muchos tipos, como pueden ser: tamices fijos, vibrantes, horizontales, en húmedo o en seco.

#### 1.6.3.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología)

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Tamizado/Cribado	Sieving/Screening	GZ	S
Simbología			
PEP	ASME Y32.11	CPESD	UTCJ
			
Cedazo o tamiz	Tamiz	Tamiz	Zaranda
PDVSA	PDVSA	PDVSA	PDVSA
			
Tamiz vibratorio inclinado de una cubierta	Tamiz vibratorio horizontal de una cubierta	Tamiz vibratorio inclinado de doble cubierta	Criba
ISO 10628	PDVSA		
			
Tamiz	Tamiz		


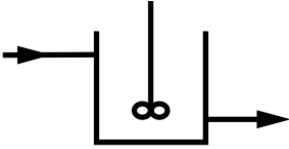
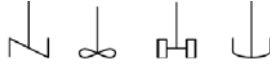
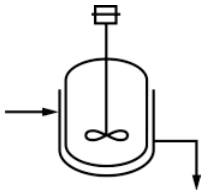
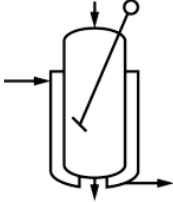

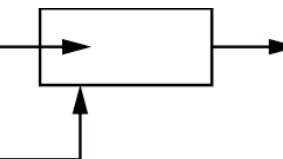
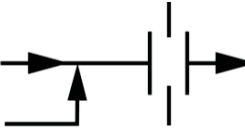
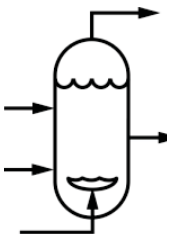
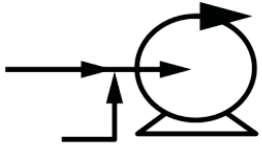
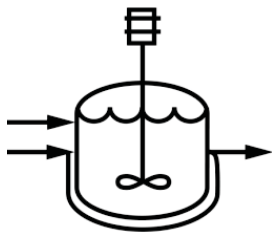
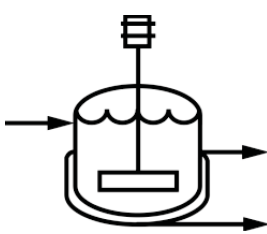

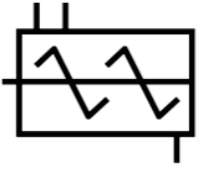
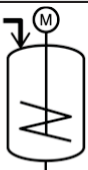
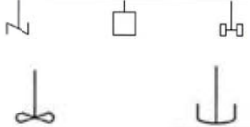
#### 1.6.4. Mezclado

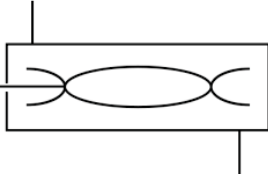
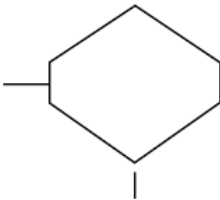
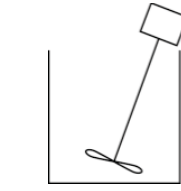
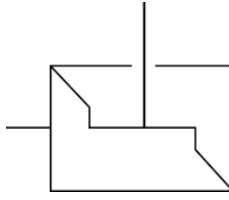

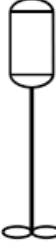
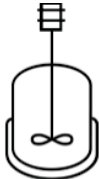
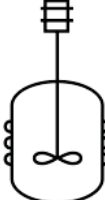
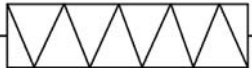
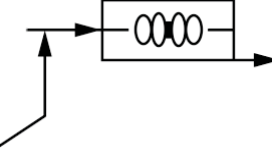
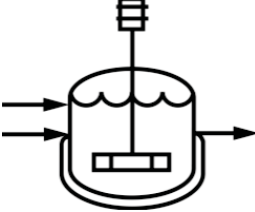
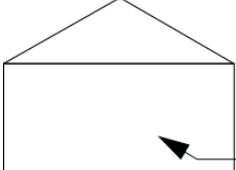
El mezclado es toda aquella operación que tiene por objetivo realizar un mezclado parcial o total de los componentes de 2 o más fases, a partir de sistemas mecánicos (impulsores giratorio o de agitación) o neumático (turbulencia), pudiendo ser estos a régimen continuo o discontinuo. Además tiene la característica de que los sistemas no realizan una reacción química, pudiendo ser:

- sólido-sólido (mezclado de polvos)
- sólido- líquido (suspensión de sólidos)
- sólido-gas (fluidización, secado)
- líquido-líquido (emulsificación, disolución)
- líquido-gas (dispersión de gases dentro de un líquido, atomización)
- gas-gas
- apoyo para la transferencia de calor entre fluidos y alguna superficie (enchaquetado)

Comúnmente los mezcladores son tanques acondicionados con elementos de agitación, aunque debido a sus diversas aplicaciones, existen muchas configuraciones y diseños, por tanto, estos equipos son seleccionados de acuerdo a su tipo de operabilidad, propiedades físicas de los componentes, condiciones del proceso, grado de mezclado, interacción entre fases, etc.

1.6.4.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología)

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Mezclador	Mixer/Blender	M	MX
Simbología			
CPESD	ASME Y32.11	CPESD	CPESD
			
Mezclador de cinta	Mezclador	Impulsores: básico, propela, turbina, ancla	Recipiente enchaquetado con agitación
APD	APD	UTCJ	UTCJ
			
Recipiente enchaquetado con agitación	Impulsor con motor	Fluido a chorro	Orificio de plato (línea de tubería)
UTCJ	UTCJ	UTCJ	UTCJ
			
Rociador gaseoso	Bomba (flujo de turbulento)	Impulsor	Tanque agitado axial
UTCJ	ISO 10628	ISO 10628	ISO 10628 agitadores
			
Amasador		Recipiente agitador equipado con un helicoidal, accionado por un motor	Impulsores: mezclado, paleta, rotación de turbina, hélice, ancla

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Mezclador	Mixer/Blender	M	MX
Simbología			
PDVSA	PDVSA	PDVSA	PDVSA
			
Mezclador de cinta PDVSA agitador	Mezclador de doble cono VISIO	Mezclador de helice impulsado por motor eléctrico VISIO	Mezclado en línea VISIO
			
Impulsores: Helice, turbina radial, turbina axial ISA-S5.5-1985	Agitador UTCJ	Recipiente enchaquetado con agitación UTCJ	Recipiente mezclado medio tubo PDVSA
			
Mezclador en línea	Mezcla-calentamiento	Tanque agitado radial	Mezclador en tanque

### 1.6.5. Almacenaje Materiales

El almacenamiento de materiales es toda aquella operación que tiene por objetivo contener materia prima, productos intermedios o terminados por un instante de tiempo mediano o grande, para disponer de ellos en forma continua. Aunque estos materiales se reciban discontinuamente, la finalidad de almacenamiento es tener disposición de materiales a régimen continuo para asegurar su procesamiento y evitar cortes de producción. En algunas ocasiones son empleados para guardar productos antes de su procesamiento terminal o su venta. Se clasifican con base en el estado de agregación de los materiales.

- Almacenaje de sólidos: de acuerdo a la sensibilidad del material a las condiciones atmosféricas estos pueden ser almacenados en pilas o hangares si se mantienen inertes, en caso contrario se colocan en hangares cerrados o silos.

Silos: son tanques cilíndricos generalmente altos y con diámetros relativamente pequeños, los cuales cargan y descargan por transporte neumático o mediante cucharas mecánicas. La descarga también puede efectuarse por transporte hidráulico cuando el sólido será procesado en medio húmedo.

Tolvas: son contenedores temporales con fondos de forma oblicua que descargan el material por la parte inferior debido a la acción de la fuerza gravitatoria.

Comúnmente estos contenedores son cargados por la sección superior, acoplados con dispositivos transportadores como: cintas o bandas

transportadoras, elevadores de cangilones, tornillos sin-fin, elevadores de cadena, transporte neumático, etc.

- Almacenaje de líquidos: se seleccionan de acuerdo a la cantidad de líquido que se desea almacenar y las propiedades de los fluidos.

Tanques Horizontales (TH): Se emplean para almacenar pequeñas cantidades de producto y en algunos casos son empleados como sistemas de nivelación de flujo o estabilización.

Tanques abiertos: Son recipientes utilizados para almacenar materiales que no se ven afectados por las condiciones climatológicas o por contaminantes atmosféricos.

Tanques Verticales (TV): Son recipientes cilíndricos con bases anchas y alturas relativamente pequeñas, siendo estos los más empleados en la industria.

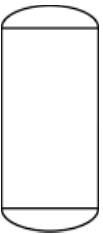
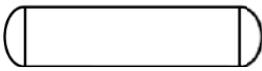

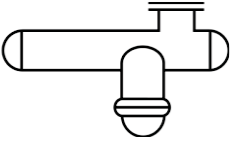

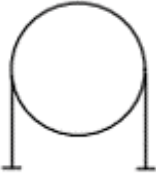
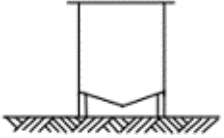
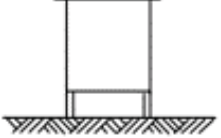
Tanques de cúpula flotantes: se emplean para almacenar productos inflamables o volátiles a partir de acoplamientos flexibles. El techo del tanque desciende para reducir la cámara de vapor y así evitar incendios y explosiones.

- Almacenamiento de gases: los gases se almacenan de acuerdo sus características y condiciones de presión y temperatura, debido a esto existen diversos diseños. comúnmente se almacenan a condiciones distintas a las atmosféricas evitando así manejar grandes volúmenes.

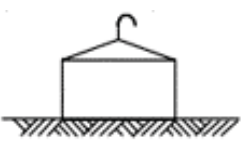




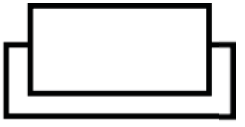
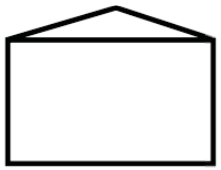
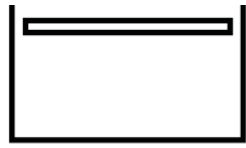
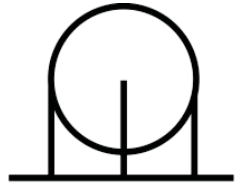


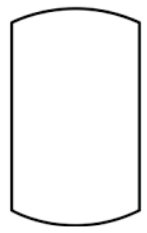
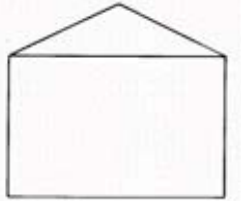
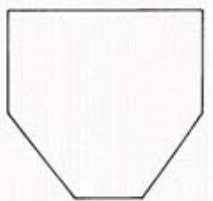
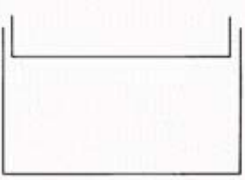
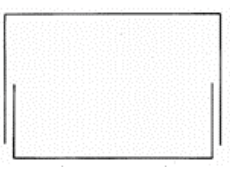
Gasómetros: son recipientes que acumulan gases a bajas presión por medio de membranas ajustables o techos móviles, los cuales se acoplan de acuerdo al volumen y presión del producto.

Tanques Esféricos (TE): son recipientes en forma esférica que permiten almacenar gases licuados a presiones altas, debido a su geometría tienden a distribuir eficientemente la presión, por tanto permiten almacenar productos a presiones superiores y temperaturas inferiores a la atmosférica.

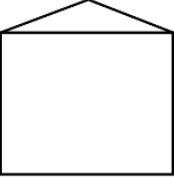

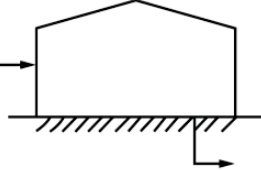
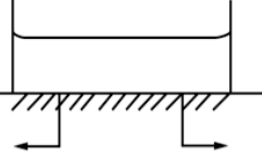
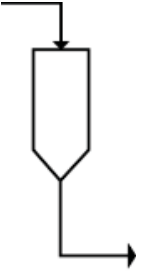
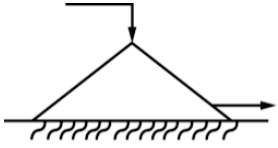
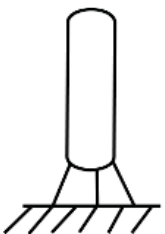
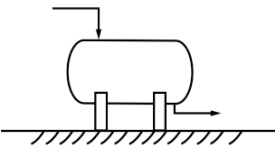
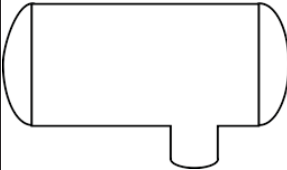
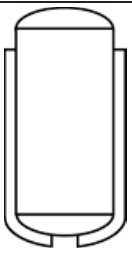
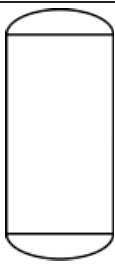
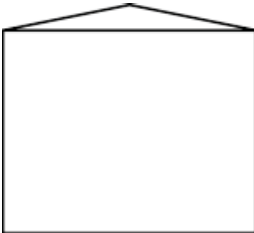
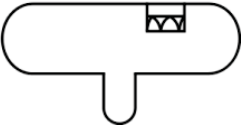
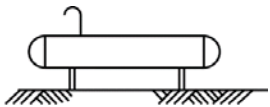

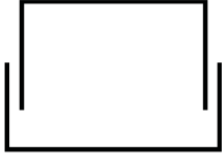
#### 1.6.5.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología)

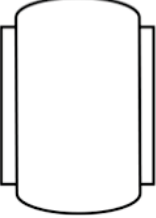
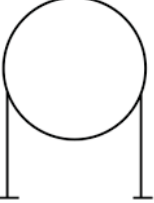
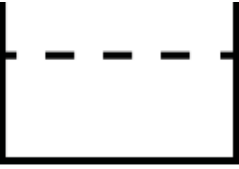
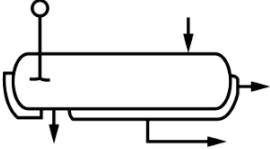
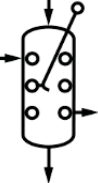
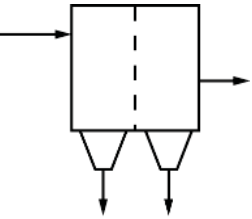
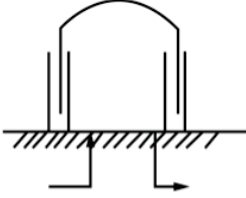
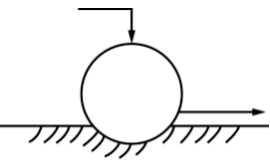
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Almacenaje de Materiales	Storage	SV	S
Simbología			
PEP	PEP	PEP	PEP
			
Recipiente vertical a presión	Recipiente horizontal a presión	Desaerador	Separador
PEP	PEP	PEP	PEP
			
Recipiente de almacenamiento tipo salchicha	Recipiente de almacenamiento tipo esfera	Tanque sin tapa fondo cónico	Tanque sin tapa fondo plano



Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Almacenaje de Materiales	Storage	SV	S
Simbología			
PEP	PEP	PEP	PEP
			
Tanque cilíndrico vertical con tapa (atmosférico)	Tanque con agitador y motor eléctrico, succión colgante	Tanque de techo flotante	Tanque con calentadores interiores
ASME Y32.11	ASME Y32.11	ASME Y32.11	ASME Y32.11
			
Contenedores horizontales	Recipiente enchaquetado (Parcial)	Tanque atmosférico de cúpula cónica	Tanque de cúpula flotante
ASME Y32.11	ASME Y32.11	ASME Y32.11	ISA-S5.5-1985
			
Recipiente a presión (Esférico)	Recipiente de fondo cónico	Almacenamiento de sólidos (sin presión)	Recipiente
ISA-S5.5-1985	ISA-S5.5-1985	ISA-S5.5-1985	ISA-S5.5-1985
			
Tanque atmosférico	Bin	Tanque de cúpula flotante	Gasómetro

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Almacenaje de Materiales	Storage	SV	S
Simbología			
ISA-S5.5-1985	CPESD	CPESD	CPESD
Tolva de peso CPESD	Tanque CPESD	Tanque CPESD	Tanque de almacenamiento CPESD
Gasómetro APD	Recipiente enchaquetado con agitación APD	Recipiente con serpentín de calentamiento APD	Bin para sólidos APD
Recipiente con calefacción APD	Recipientes con calentadores eléctricos APD	Recipiente vertical enchaquetado con agitación APD	Recipiente horizontal con bobinas internas y agitación APD
Recipiente horizontal (Almacenamiento a presión)	Tanque receptor de azúcar	Tanque esférico	Gasómetro (húmedo o seco)

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Almacenaje de Materiales	Storage	SV	S
Simbología			
APD	APD	UTCJ	UTCJ
			
Tanque de almacenamiento atmosférico	Tolva	Almacenamiento de techo cónico	Tanque de techo flotante
UTCJ	UTCJ	UTCJ	UTCJ
			
Silo	Almacenamiento abierto	Silo de proceso	Tanque cilíndrico
PDVSA	PDVSA	PDVSA	PDVSA
			
Recipiente horizontal con pierna	Recipiente enchaquetado	Recipiente	
PEP	PEP	ASME Y32.11	ASME Y32.11
			
Recipiente horizontal con pierna	Tanque cilíndrico horizontal	Contenedores verticales	Gasómetro

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Almacenaje de Materiales	Storage	SV	S
Simbología			
ISA-S5.5-1985	ISA-S5.5-1985	CPESD	APD
			
Recipiente enchaquetado	Tanque esférico	Tanque abierto	Recipiente horizontal enchaquetado con agitación
APD	APD	UTCJ	UTCJ
			
Recipiente vertical con bobinas internas y agitación	Bolsas colectoras	Almacenamiento de gases	Tanque esférico

## 2. Procesos Unitarios

Los procesos unitarios son aquellas acciones sobre las sustancias que implican *cambios en la composición*, es decir, existen una o varias reacciones químicas, siendo los reactores la parte central de los procesos. Estos se rigen bajo los principios de fenómenos de transporte y comparten ciertas características en común, aunque debido a las peculiaridades de cada sistema de reacción, los reactores deben ser diseñados para cubrir cada uno de los requerimientos del sistema centrándose principalmente en la termodinámica y cinética química.

### 2.1. Reactores

Los reactores son pieza fundamental de los procesos debido a que son los únicos equipos que tienen la capacidad de realizar la transformación de los reactivos a productos, es decir cambian la composición debido a una reacción. para lograr dicho objetivo en el diseño y la selección de estos, se debe considerar por lo menos la cinética de la reacción, la transferencia de masa y energía, la termodinámica, así como las condiciones seguras de operación y, con base en estas disciplinas, poder obtener información suficiente que permita realizar un dimensionamiento adecuado, al aportar datos sobre las velocidades de reacción, catalizadores, contacto necesario entre fases, calor absorbido o desprendido, así como fijar la dependencia entre las variables de operación (presión, temperatura, flujo, nivel y composición química), para de esta manera obtener una conversión aceptable que satisfaga las necesidades del proceso.

Por esta razón se han diseñado diferentes tipos de reactores, los cuales pueden ser clasificados en varias formas:

- Modo de operación

Continuos: es un modo de proceso en el cual se mantiene relativamente constantes las variables de operación y se trabaja en forma ininterrumpida.

Batch o Lotes: son todos aquellos que operan por cargas (lotes), donde se introduce una alimentación y después de determinado tiempo de reacción los productos son descargados.

- Flujo interno

Reactores ideales: consisten en equipos descritos por medio de ecuaciones sencillas, que a partir de realizar la consideración de idealidad desprecia efectos físicos o perturbaciones que impactan en menor magnitud al diseño.

Reactores no ideales: son aquellos descritos por ecuaciones más complejas que a partir de efectuar un análisis más riguroso busca describir mejor el comportamiento del equipo, al considerar, por ejemplo, el impacto de la dinámica de los fluidos en el interior del reactor, así como la distribución de la temperatura y el impacto de la cinética, entre otras condiciones no ideales.

- Fase

Homogéneos: tiene como característica la operación con una sola fase, siendo su composición idéntica en cualquier sección del sistema, pudiendo ser esta líquida o gaseosa.

Heterogéneos: consiste en la operación con dos o más fases: gas-sólido, líquido-sólido, gas-líquido, gas-líquido-sólido.

De acuerdo a lo antes mencionado, los subtemas siguientes sólo presentarán los reactores más representativos con base a la clasificación de modo de operación.

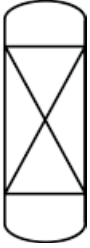
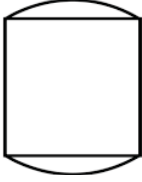
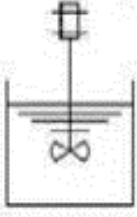
#### 2.1.1. Reactor Batch

Los reactores batch son todos aquellos equipos que operan de forma intermitente, es decir, su manejo consta de un ciclo de carga, tiempo de reacción y descarga, donde la principal consideración es una agitación perfecta, y con una composición y temperatura en el interior del reactor serán homogéneas en cualquier punto a un determinado tiempo.

Al ser un sistema cerrado, la masa se mantiene constante, por tal motivo, la concentración presenta variaciones con respecto al tiempo y acorde con la reacción, la energía dentro del reactor cambia, por tanto es común que su diseño esté acondicionado con algún equipo que permita adicionarle o sustraerle energía.

Es considerado como el reactor más sencillo y debido a esto comúnmente se emplea para hacer investigación de laboratorio sobre cinéticas de reacciones, así como en ingeniería de escala o para el procesamiento de volúmenes pequeños, aunque esto no excluye la posibilidad de encontrarse en proceso a nivel industrial.

### 2.1.1.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología)

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Reactor por Lotes	Reactor Batch	TR	R
Simbología			
PEP	ISA-S5.5-1985	UTCJ	
			
Reactores	Reactor	Batch	

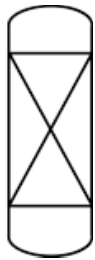
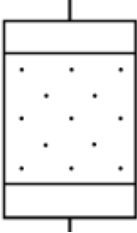
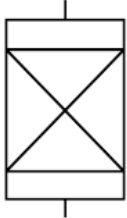
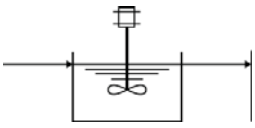
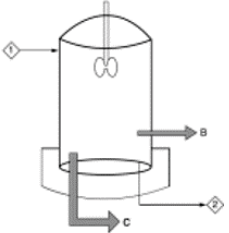
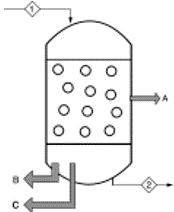
### 2.1.2. CSTR

Los Reactores CSTR (por sus siglas en Inglés: Continuous Stirred Tank Reactor; Reactor de Mezcla Completa de Flujo Continuo) son todos aquellos equipos que operan de forma ininterrumpida, bajo la premisa de efectuar una agitación perfecta, que en consecuencia provoca un mezclado uniforme, lo cual conlleva a que la composición y temperatura en el interior del reactor serán homogéneas en cualquier punto. La corriente de salida presenta las mismas propiedades que el fluido dentro del recipiente, siendo esto invariable en el tiempo, es decir, la reacción alcanza la máxima conversión en el momento en el cual los reactivos entran al tanque y que cualquier elemento en el interior del equipo tiene la misma probabilidad de salir del reactor en cualquier momento. Es común que su diseño esté acondicionado con algún sistema que permita adicionarle o sustraerle energía.

El Reactor CSTR se emplea para reacciones entre fases líquidas a presiones bajas o para reacciones donde el gas borbotea en una fase líquida.



### 2.1.2.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología)

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Reactor de Mezcla Completa de Flujo Continuo	Continuos Stirred Tank Reactor (CSTR)	TR (CSTR)	R (CSTR)
Simbología			
PEP	ISO 10628	ISO 10628	UTCJ
	 Reactor con lecho fluidizado	 Reactor con lecho fijo	
Reactores INCC	INCC		
			

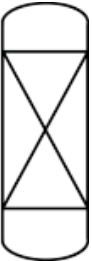

### 2.1.3. PFR

Los Reactores PFR (por sus siglas en Inglés: Plug Flow Reactor; Reactor de Flujo Pistón) son todos aquellos equipos que operan de forma ininterrumpida, donde no existe mezclado axial a lo largo del interior del recipiente, es decir, cualquier porción del fluido se comporta como un sistema cerrado, el cual está en movimiento y que no intercambia materia con porciones anteriores o posteriores, de tal manera que cada segmento puede ser representado por un CSTR. Por tal motivo, se considera que las propiedades del sistema cambian con respecto a la dirección del flujo, además de que los elementos presentan el mismo tiempo de residencia.

Es común que su diseño esté acondicionado con algún sistema que permita adicionarle o sustraerle energía.

El reactor PFR se emplea generalmente para reacciones de fluidos aunque no se excluye su uso para reacciones en fase sólida.

### 2.1.3.1. Caracterización de los Componentes (Nombre y Nomenclatura; Español, Inglés y Simbología)

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Reactor de Flujo Pistón	Plug Flow Reactor (PFR)	TR (RFP)	R (PFR)
Simbología			
PEP	UTCJ		
 <p>Reactores</p>			

## CAPITULO III DESCRIPCIÓN DE UN DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO (DFP)

### 3. Partes De Un Diagrama De Flujo De Proceso (DFP)

Los Diagramas de Flujo de Proceso (DFPs) son una representación gráfica y esquemática que muestran en secuencia las distintas operaciones unitarias integrantes de un proceso o de una parte de éste (unidad).

Como los DFPs representan una fuente vital para la trasmisión y administración de la información en ingeniería, es fundamental que los datos contenidos en los diagramas sean claros y lo más homogéneos posibles, para que cualquier persona involucrada en el proceso sea capaz de interpretarlos de forma correcta, a partir del uso de símbolos, líneas, nomenclaturas y recuadros que en conjunto intentan presentar de forma sencilla y accesible una descripción del proceso.

No existe una metodología de dibujo de DFPs totalmente aceptada, sin embargo muchas industrias e instituciones han propuesto su propio diseño de diagramas, a partir de establecer formatos y símbolos para estandarizarlos con base en sus criterios.

- ISO 10628: Flow Diagrams For Process Plants – General Rules
- ANSI Y32.11: Graphical Symbols For Process Flow Diagrams (withdrawn 2003)
- SAA AS 1109: Graphical Symbols For Process Flow Diagrams For The Food Industry
- American Society of Mechanical Engineers (ASME)
- American National Standard Institute (ANSI)
- International Organization for Standardization (ISO)

- Deutches Institut fur Normung e.V (DIN)
- Símbolos del flujograma de ingeniería de operaciones y de administración y mejora de la calidad del proceso (DO)
- Diagramas integrados de flujo (DIF) en las versiones de yourdon-De Marco y Gane & Sarson
- Petróleos Mexicanos: Simbología de Equipos de Proceso (P.20401.01)
- Petróleos de Venezuela (PDVSA) Preparación de Diagramas de Proceso (L-TP 1.1)

### *3.1 Características Generales de los Diagramas de Flujo de Proceso*

En el aspecto más general, los Diagramas de Flujo de Proceso son una representación esquemática de los Equipos y Líneas más relevantes que intervienen en un proceso y que con ayuda de símbolos gráficos, líneas, nomenclatura, y tablas permiten hacer alusión a la parte técnica de un proceso o sección de éste. Todo esto se encuentra dibujado en un área delimitada que está en función de acuerdo a las dimensiones y elementos a representar, por tal razón, es esencial que contengan la información suficiente para poder efectuar diversos análisis, así como dar pie a otras ingenierías para desarrollar documentos de especialidad.

En su forma más elemental deben contener:

- Líneas principales de proceso: tiene como objetivo representar las corrientes principales de proceso, las cuales suministran a los equipos más relevantes, además éstas son identificadas con números para expresar sus características principales (presión, temperatura, flujo, densidad, etc.) en un cuadro de balance.

- Equipos de proceso: representan de forma pictográfica a los equipos de proceso más importantes, además busca identificar de acuerdo a una nomenclatura establecida el nombre de los equipos, así como sus condiciones de operación normal (presión y temperatura). en algunas ocasiones, los equipos en paralelo no son mostrados gráficamente, pero se hace alusión de su presencia en la nomenclatura.
- Instrumentación básica de control: ilustran en forma muy elemental las estrategias de control en el proceso.
- Cuadro de balance de materia: brinda las características de las corrientes principales (flujos, presión, temperatura, composiciones, densidad, viscosidad, etc.) resumidos en una tabla ubicada comúnmente en la sección inferior o superior del plano.
- Pie de página o pie de plano: expresa la información básica como el nombre de la planta, licenciador, plano de referencia, revisión, etc. Además, esta sección sirve de base para el control y administración de planos para su consulta o par modificaciones posteriores de la información contenida en el DFP.
- Revisiones: toda corrección o ajuste que se efectuá en la etapa de diseño de un DFP se recomienda representarlo con letras A, B, C, D. Reservando el numero 0 a la aprobación del plano, mientras que para los cambios de alcance se emplea una sucesión numérica superior a cero.

CORRIENTES COMPONENTES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Flujo (GPM)	15000	14880	14870	14865	14850	14840	14825	14810	14800	14790	14780	14770	14760	14750	14740
Temperatura (°F)	80	75	446	454	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460	460
Presión (PSIG)	8	365	300	224	295	128	95	92	60	60	128	60	60	60	60	60

**NOTAS**

- 1.-El crudo de proceso proviene de una mezcla de distintos yacimientos petroleros
- 2.-El diagrama se enfoca en medio tren de destilación es decir (atmérica, estabilizadora y de vacío)
- 3.-Todos los condensados obtenidos en los EA son enviados a un dren que los devuelve al proceso de servicios auxiliares
- 4.-En todos los EA el flujo de proceso va por los tubos CE= crudo estabilizado SG=gas con azufre VM=vapor de media presión AE=agua de enfriamiento KE=kerosina CM=condensado media presión RV=residuos de vacío

BA-501	BA-502	DA-501
Calentador de mezcla de crudo 60.3 MMi Kcal/h	Calentador de mezcla de crudo 80 MMi Kcal/h	Torre de destilación atmosférica Altura=25m Diámetro=1.8m

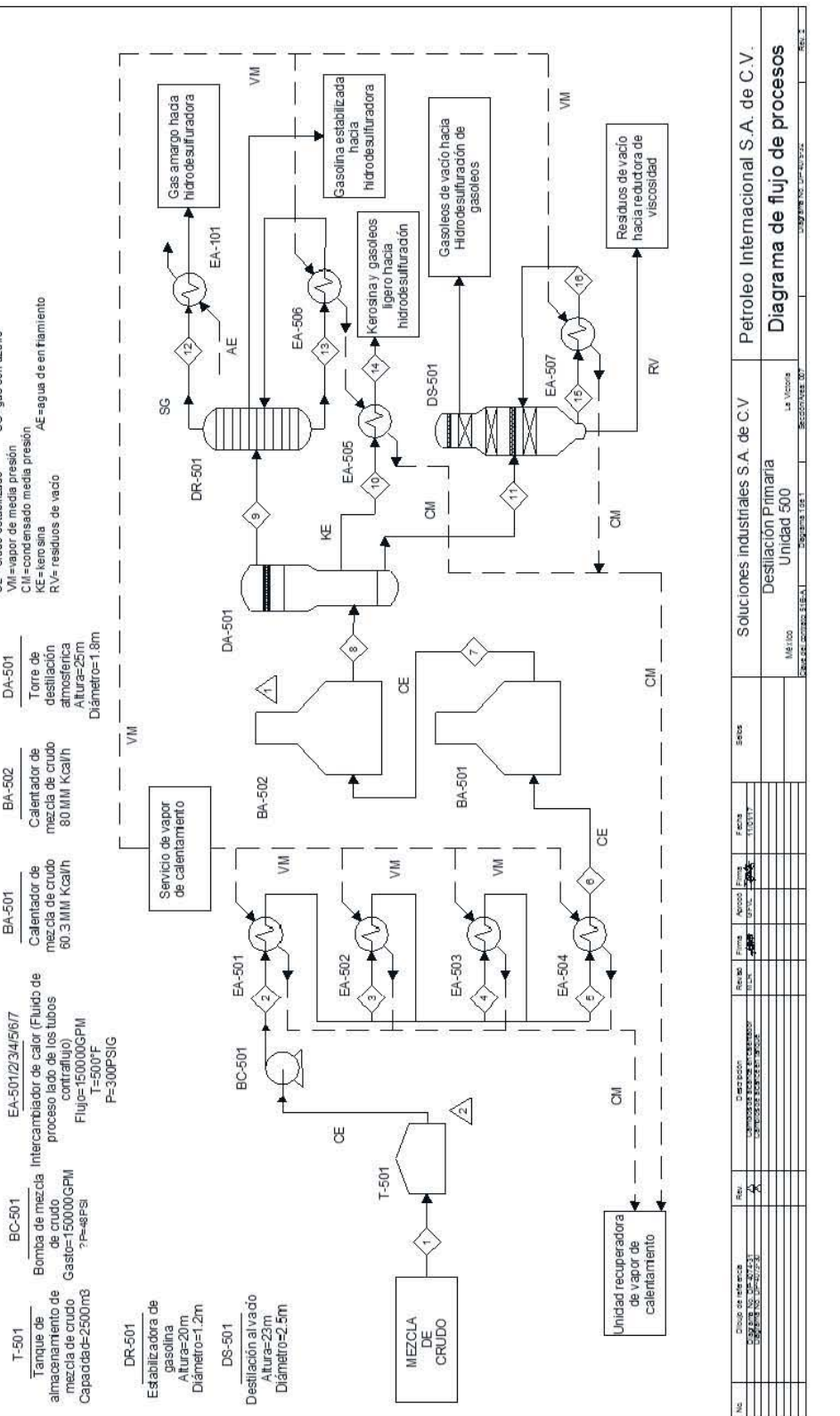
**T-501**  
Tanque de almacenamiento de mezcla de crudo  
Capacidad=2500 m<sup>3</sup>  
7P=48PSI

**BC-501**  
Bomba de mezcla de crudo  
Gasto=150000GPM  
7P=48PSI

**EA-501/2/3/4/5/6/7**  
Intercambiador de calor (Fluido de proceso lado de los tubos contralujo)  
Flujo=150000GPM  
T=500°F  
P=300PSIG

**DR-501**  
Estabilizadora de gasolina  
Altura=20m  
Diámetro=1.2m

**DS-501**  
Destilación al vacío  
Altura=23m  
Diámetro=2.5m



Revisión	Descripción	Fecha	Elaborado	Revisado	Proyecto	Unidad	Hoja
1	Diagrama de flujo de procesos	11/03/17	...	...	...	...	...

### *3.2 Contenido de las Plantillas y su uso*

Las plantillas son marcos de trabajo previamente establecidos, donde se debe realizar el dibujo de los diagramas de flujo de proceso, y están basados comúnmente en normas internas o internacionales.

Tiene la finalidad de normalizar la presentación y los acabados del plano, a partir de especificar las dimensiones de la hoja, el tipo de material, tipo y tamaño de letra, márgenes, así como el contenido de la información en el pie de página.

La selección de la plantilla está en función de la cantidad de información a presentar, así como las dimensiones de los equipos. Es necesario aclarar que los equipos y líneas no son dibujados a escala y que una vez seleccionado el tamaño del formato, éste deberá ser el mismo para todos los DFPs del proyecto, esto con el objetivo de homogeneizar los planos y manejar la misma densidad de información.

- Dimensiones de las hojas de trabajo

A continuación, se presenta una tabla que muestra los tamaños de las hojas de trabajo más comunes de acuerdo a diversos estándares internacionales y nacionales.

Dependencia	Norma De Referencia	Nombre	Dimensiones		
			Tipo	A (mm) Ancho	B(mm) Largo
PEMEX	Norma: No.1.030.01	Guia para la elaboración de planos y formatos para documentos diversos	"A"	215	280
			"B1"	280	405
			"B2"	405	595
			"B3"	595	785
			"D"	560	915
			"E"	840	1065
PDVSA	PDVSA L-TP 1.1	Preparación de Diagramas de Proceso	"A"	215	280
			"B"	280	430
			"C"	470	670
			"D"	560	880
			"E"	762	1067
ISO	ISO 216	Paper Drafting Size	"A0"	841	1189
			"A1"	594	841
			"A2"	420	594
			"A3"	297	420
			"A4"	210	297
ANSI/ASME	ANSI Y14.1M ANSI X3. 151-1987	Metric Drawing Sheet Size and Format	"A"	215.9	279.4
			"B"	279.4	431.8
			"C"	431.8	558.8
			"D"	558.8	863.6
			"E"	863.6	1117.6
			F"	711.2	1016

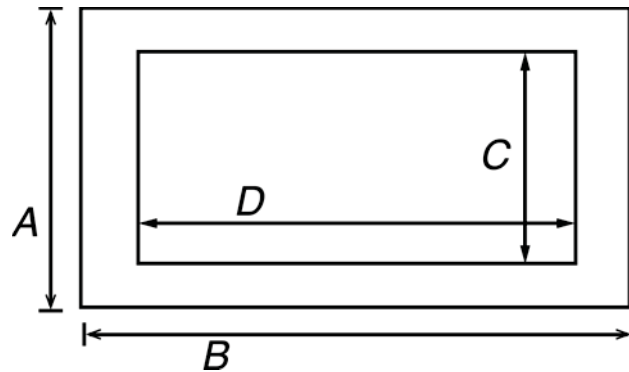
- Márgenes

Según las diversas normatividades aplicables, es indispensable el trazado de márgenes a todo lo largo y ancho del formato, con el objetivo de delimitar los bordes de la zona de dibujo y de esta manera resguardar el contenido del plano, además de establecer un área para la perforación de las hojas o su rotulación.

Debido a que la ISO 216 es el estándar más empleado a nivel mundial, se hace referencia a los márgenes que propone, de acuerdo a los diferentes tipos de tamaño de hoja de trabajo:



Designación	Tamaño de la Hoja		Tamaño del Marco	
	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)
A0	841	1189	791	1139
A1	594	841	554	804
A2	420	594	380	554
A3	297	420	267	390
A4	210	297	180	267
A5	148	210		
A6	105	148		



También se recomienda que el margen debe ser trazado con una línea continua de aproximadamente 0.5 mm de grosor como mínimo.

- Pie de Página, Pie de Plano o Casillero

El pie de página es una sección destinada a facilitar todos los datos técnicos en los Diagramas de Flujo de Proceso, debido a que fija los lineamientos de control de información para la correcta ejecución e implementación de un proyecto, así como permitir administrar futuras adaptaciones por medio del archivo y resguardo, sea esta vía impresa o electrónica. Comúnmente es un rectángulo colocado en la sección inferior del plano aproximadamente a 5 mm del margen inferior derecho.

En general el pie de página debe contener la información siguiente:

- Cuadro de título principal del diagrama, comúnmente ubicado en la parte superior de la carátula.
- Cuadro de título del contenido del diagrama, donde se brinda información complementaria respecto al título principal.
- Cuadro de número de control de plano, que generalmente es un código alfanumérico donde las letras indican la localización (sector) y los números la identificación (planta).
- Cuadro donde se identifique el número de revisión que se ha realizado sobre el plano; comúnmente los aprobados se identifican con el número 0, mientras que los planos preliminares se indican con letras. Reservando los números superiores a cero como planos de cambio de alcance.
- Cuadro para indicar si algún plano "sustituye a" y "sustituido por", el cual indica las modificaciones en el mismo o cualquier otra; se debe colocar en esta sección el número de control del plano correspondiente a dicha sustitución.
- Cuadro donde se indiquen los ejecutores.
- Cuadro de fecha de emisión.
- Cuadro de lugar de elaboración.
- Cuadro para la colocación del logotipo.



### *3.3 Nomenclatura de Líneas, Equipos y su aplicación*

Una parte fundamental en la elaboración de los diagramas de flujo de proceso es poder identificar de manera clara, precisa y homogénea las líneas y equipos que integran un proceso. Esto es posible, a partir de la correcta implementación de nomenclaturas previamente establecidas, pudiendo éstas regirse bajo criterios Internacionales (ISO), nacionales (ANSI, ASME, ISA, BS) o empresariales, que al estar compuestas por códigos de letras y números, nos permiten descifrar información valiosa de manera eficaz y confiable, al asignar un código a cada uno de los elementos que integra al diagrama. Por tanto, resulta necesario, mantener vigente la correlación entre la codificación en el área de Proceso como la presentada en los diagramas.

De acuerdo a esta necesidad de compilación se han propuesto diversos estándares para la nomenclatura y el dibujo de DFP. A continuación, se presentan algunas normas:

- ISO 10628
- BS 1553 "Graphical Symbols for General Engineering"
- PDVSA: PDVSA L-TP 1.1 "Preparación de Diagramas de Proceso"
- ISO 14617, Graphical symbols for diagrams.
- IEC 60617, Graphical symbols for diagrams, together form a universal library of symbols for all types of diagrams.
- ANSI/ISA-5.1-1984 (R1992)
- ISA-S5.5 Graphic Symbols for Process Displays
- Pemex: Norma: No.1.030.01 "Guía para la elaboración de planos y formatos para documentos diversos"
- ASME Y 32.11

Sin embargo, en el ANEXO B se presenta una tabla con las diversas codificaciones empleadas para la identificación de equipos de proceso, aunque en general se puede crear una taxonomía propia para Equipos al modificar el formato XX-YZZ A/B creando un código único para cada equipo o en su defecto apegarse a un estándar. Ambos casos se describen a continuación:

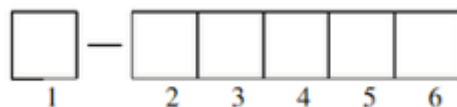
Equipos:

- Estándar PDVSA "Preparación de Diagramas de Proceso"

### **Anexo B**

### **IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS**

El sistema para identificar y numerar equipos de proceso es como sigue:



Explicación:

Campo (1)

Una, dos o tres letras indicando el código del equipo.

Campo (2)

Primer dígito del código que identifica la planta.

Campo (3)

Un dígito que identifica código del área o sección.

Campo (4,5)

Número consecutivo del equipo, abarcando del 01 al 99.

Campo (6)

Una o varias letras para mostrar duplicado de equipos idénticos y con la misma función A/B/C/D.

Nota: Los equipos motrices (motores) de equipos rotativos o enfriadores por aire se les asigna números iguales a los de los equipos propiamente dichos.

Ejemplo:

Bomba No. P-3201A/B/C/D

Motor No. PM-3201A/B/C/D

- Nomenclatura para equipos alternativa

Formato X-YZ A/B

Donde:

X= Letras que identifican a cada equipo, pudiendo ser éstas de 1 a 4 ó las que se desee.

Y= Número para identificar el área o sector de una planta, siendo éste de 1 ó 2 Dígitos.

Z= Número de identificación del equipo yendo del 1 hasta el 99, manejando 1 ó 2 Dígitos.

A/B= Representa a los equipos repetidos.

Ejemplo: XXX-YYZZ A/B

- **TES**-0601 A/B= Indica que este equipo es un Tanque Esférico.
- TES-**06**01 A/B= Indica que este equipo se encuentra en el sector 06.
- TES-06**01** A/B= Indica que es el equipo 01 dentro del sector 06.
- TES-0601 **A/B**= Indica que existe otro Tanque Esférico identificado con la misma nomenclatura, es decir está repartido o es redundante. Siendo uno TE-601A y TE-601B. Esto comúnmente señala que los equipos operan en forma alternada.

Nota: Es preciso aclarar que si se pretende crear una nomenclatura propia, ésta deberá ser consistente, clara y mantener el mismo formato de codificación durante todo el proyecto.

Líneas:

En general no existe una nomenclatura propia para las líneas, sean de proceso o servicio, debido a que no se han podido unificar criterios para establecer dicha nomenclatura en los diagramas de flujo de proceso, además resulta evidente que cada organización tiene libertad de establecer sus propios parámetros.

Sin embargo, resulta bastante común en los DFPs el uso de banderas o etiquetas donde se especifica las condiciones de las corrientes tales como presión, temperatura, composición y flujo, mostrándose directamente sobre la línea. Este concepto en ocasiones resulta ser poco práctico, debido a que entorpece la identificación de la información, así como aumenta la complejidad del diagrama, siendo esto sólo aconsejable para DFPs pequeños que contengan pocos equipos de proceso, para de esta manera asegurar la calidad de la información.

Adyacente a esto, cada línea de proceso debe ser identificada con un número dentro de un rombo, el cual se empleará para referenciarse en los cuadros de balance, con base en los siguientes criterios:

- Deben de estar numeradas en orden ascendente conforme al recorrido del flujo principal del proceso, incluyendo los ramales.
- El número 1 siempre representa la corriente principal de alimentación, siguiendo la secuencia numérica a través de los equipos de proceso, incluso si se emplea más de un plano debe respetarse la numeración.

- Se cambiará de número cuando las condiciones cambian (presión, temperatura, flujo o composición).
- Deben de identificarse todas las corrientes de proceso.

### *3.4 Consideraciones para el Dibujo de Líneas y Equipos*

Los Diagramas de Flujo de Proceso emplean un lenguaje compuesto por códigos y símbolos previamente establecidos, teniendo cada uno de ellos un significado propio y distinto a los demás para garantizar que tanto el análisis como la interpretación se efectuarán de manera apropiada, y asimismo asegurar la correcta disquisición de toda la información contenida en los DFPs.

Por tanto, resulta necesaria la definición de reglas claras con respecto a la aplicación de éstas, donde frecuentemente los símbolos son sometidos a procesos de normalización para tener una interpretación más general, sea ésta a nivel local o global, y acorde con esto las reglas para el dibujo de líneas y equipos estarán sometidas a los criterios de las instituciones. Por esta razón, diversas organizaciones han propuesto sus propias reglas para el dibujo de líneas y equipos, estando entre las más reconocidas las siguientes:

- ISO 10628
- BS 1553 "Graphical Symbols for General Engineering"
- PDVSA: PDVSA L-TP 1.1 "Preparación de Diagramas de Proceso"
- ISO 14617, Graphical symbols for diagrams.
- IEC 60617, Graphical symbols for diagrams, together form a universal library of symbols for all types of diagrams.
- ANSI/ISA-5.1-1984 (R1992)
- ISA-S5.5 Graphic Symbols for Process Displays



- Pemex: Norma: No.1.030.01 "Guía para la elaboración de planos y formatos para documentos diversos"
- ASME Y 32.11

## Líneas

1) En los diagramas de flujo de proceso comúnmente se emplean 2 tipos de línea de proceso:

- Líneas de trazo grueso: se emplea para dibujar líneas principales de proceso.

Su trazo oscila alrededor de los 1.5 mm de espesor.

Tubería principal 

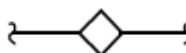
- Líneas de trazo fino: se emplean para dibujar líneas de servicio.
- Su Trazo oscila alrededor de los 0.5 mm de espesor.

Tubería auxiliar 

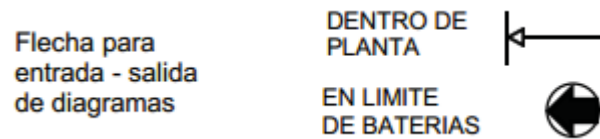
2) El uso de flechas es necesario para indicar la dirección del flujo.



3) Rombo para la numeración de las corrientes.

Número de corriente 

#### 4) Flechas de entrada y salida del diagrama



Límite de Baterías: este concepto surge en los diagramas de flujo de proceso y corresponde a una frontera física o conceptual que delimita la zona de las responsabilidades de las instalaciones y producción con respecto de otras áreas y sus interconexiones pudiendo estar indicadas por banquetas, bardas, diques, pintura, etc.

Nota: La línea punteada ésta reservada para lazos de control y para líneas que no intervienen directamente en el proceso.

#### Equipos

En el dibujo de los equipos de proceso comúnmente se busca realizar una representación pictográfica muy sencilla y esquematizada de estos, a modo de asemejarlos en lo más posible, por medio de trazos sencillos y elementales que permitan captar sus características más básicas, y de esta manera poder visualizarlos e interpretarlos individualmente.

Debido a que existe una gran cantidad de equipos, diversas organizaciones han propuesto sus propias simbologías. En el Anexo D se muestran los símbolos de equipos de proceso más representativos.

Existen muchos símbolos para representar a los equipos de proceso, sin embargo todos estos dibujos presentan características en común, como son:

- 1) Deben ser sencillos de dibujar.

- 2) Debe captar las características más elementales del equipo.
- 3) Emplean formas elementales como son: círculos, rectángulos, cuadrados, triángulos, medios círculos, flechas, etc.
- 4) Los símbolos pueden indicar por dónde el flujo atraviesa al equipo, pero no indican su ubicación o accesorios.
- 5) En general los dibujos no poseen muchos detalles.

Es preciso aclarar que dependiendo de cada tipo de diagrama a dibujar, las diversas disciplinas de ingeniería utilizan algún factor de escala. sin embargo es observable que en el caso de los diagramas de flujo de proceso, no es necesaria la implementación de escalas, aunque resulta evidente que los equipos deben de guardar algún sentido de proporcionalidad.

### *3.5 Descripción de Equipos*

Una sección importante en el diseño de diagramas de flujo de proceso es la descripción de los equipos, la cual tiene como objetivo principal proporcionar información básica referente a los equipos, y de esta manera fijar las bases que darán pie al desarrollo de la ingeniería de detalle, así como facilitar el acceso a la información a todo el personal involucrado con esta actividad.

La cantidad de información que se presenta en esta sección es variable debido a que depende del diseñador o del formato que se utilice, aunque en su forma más elemental debe de contener:

- Clave del equipo (nomenclatura).
- Nombre del equipo.
- Temperatura de operación y diseño.
- Presión de temperatura y diseño.

Comúnmente este resumen se presenta en forma de lista pegado al margen superior o margen derecho del plano, en orden alfabético y numérico, de acuerdo a la lista de equipos, esto con el propósito de no entorpecer la interpretación del diagrama.

Ejemplo:

EA-101  
Intercambiador de Calor  
Amina Agotada/Amina Rica  
T. Dis.= 500°C    T. Op.= 480°C  
P. Dis.= 35 kg/cm<sup>2</sup>    P. Op.=30 Kg/cm<sup>2</sup>

De acuerdo a cada tipo de equipo y las características que sugieren los diferentes estándares, en el ANEXO E se presenta una recopilación de los contenidos particulares para cada uno.

### *3.6 Cuadro de Balance o Resumen de Flujo*

Entre las secciones más relevantes en el diseño de un diagrama de flujo de proceso, está el cuadro de balance o resumen de flujo, el cual tiene como objetivo principal, proporcionar información sobre las características de las corrientes, pudiendo ser éstas: de alimentación, intermedias, reciclos y productos. A modo de resumen, está contenido en una tabla la cual generalmente está ubicada en la zona inferior del plano, aunque puede estar colocada en alguna otra porción del plano (zona superior, o en los costados) dependiendo de la cantidad de información que se maneje.

La cantidad de información que se suministra en la tabla está a criterio del diseñador del plano o en función de la cantidad de datos que se soliciten al ingeniero de proceso, por tal motivo existen muchas variaciones en el contenido a presentar, aunque en su forma más elemental, un cuadro de balance debe exponer por lo menos lo siguientes datos:

- Número de la corriente
- Flujo de cada componente y total (másico y/o volumétrico)
- Temperatura de operación
- Presión de operación
- Estado físico
- Densidad

Es preciso aclarar que para la construcción de un resumen de flujo se hace uso de la numeración de las corrientes descrito en la sección 3.3, la cual se emplea como referencia en el cuadro de balance.

Número de Corriente	1	2	3	4	5	6	7	8
Temperatura (°C)	25	59	25	225	41	600	41	38
Presión (bar)	1.90	25.8	25.5	25.2	25.5	25	25.5	23.9
Fracción de Vapor	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Flujo Másico (Ton/h)	10	13.3	0.82	20.5	6.41	20.5	0.36	9.2
Flujo Molar (Kmol/h)	108.7	114.2	301	1204.4	758.8	1204.4	42.6	1100.8
Flujo Molar del componente (Kmol/h)								
Hidrógeno	0	0	286	735.4	449.4	735.4	25.2	651.9
Metano	0	0	15	317.3	302.2	317.3	16.95	438.3
Benceno	0	1	0	7.6	6.6	7.6	0.37	9.55
Tolueno	108.7	143.2	0	144	0.7	144	0.04	1.05

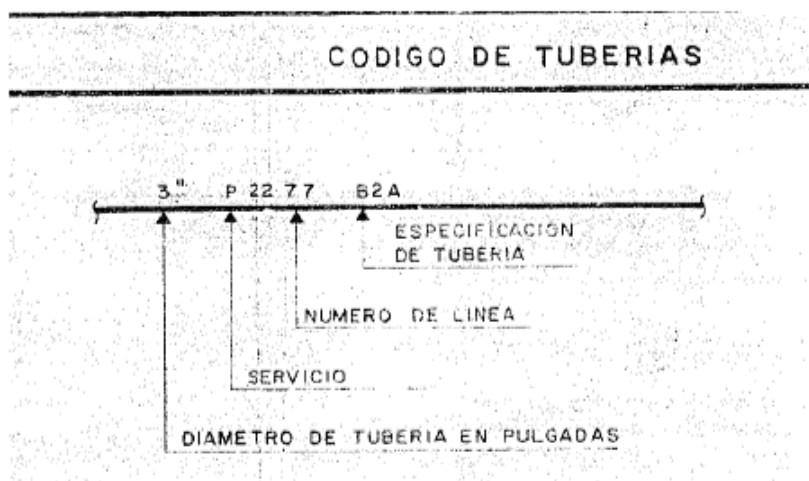
### 3.7 Misceláneo

El correcto diseño de un diagrama de flujo de proceso contribuye directamente en mejorar la calidad y en asegurar la eficiencia para transferir información entre las diversas disciplinas, así como entre todo el personal relacionado con esta labor, por tanto, al momento de dibujar resulta necesario tener un panorama general de cómo realizar esta actividad.

En esta sección se presentan algunas características que en esencia no resultan ser fundamentales para la elaboración de estos planos, sin embargo es de gran utilidad para la correcta interpretación y en algunos casos su diseño. Por tal motivo resulta necesario aclarar que algunas características mencionadas a continuación no pertenecen a los DFPs, aunque en ocasiones suelen incluirse.

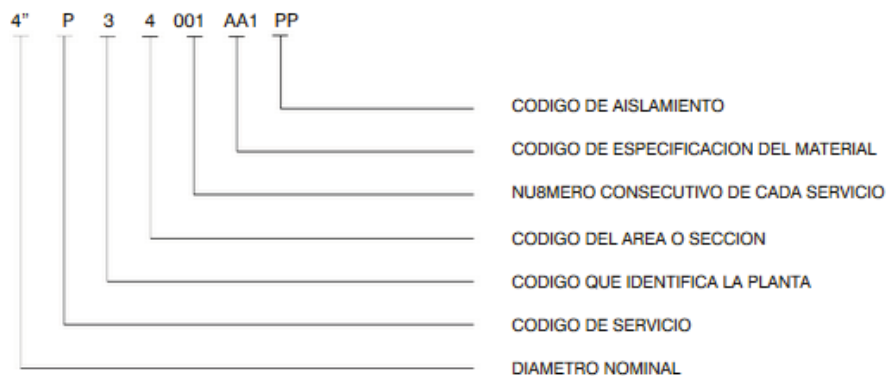
- Código de tuberías

Este tipo de codificación propiamente no pertenece a los diagramas de flujo de proceso debido a que brinda información no correspondiente al esquema de ingeniería básica (por ejemplo, el diámetro de la tubería y tipo de material a emplear). Sin embargo, es de suma importancia conocer su codificación debido a que en diversos dibujantes hacen uso de nomenclaturas similares basadas en ésta, pues es bastante común encontrar formatos parecidos en los DFPs.



(PEMEX EXPLORACION Y PRODUCCION, 1999)

**IDENTIFICACION DE LINEAS**



(Petróleos de Venezuela (PDVSA), 1991)

Cabe aclarar que existen variaciones entre la codificación que plantea cada norma de estandarización, sin embargo constan de características en común y buscan sólo brindar información clara y homogénea.

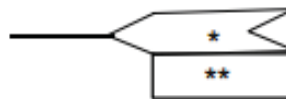
- Líneas y Flechas

Adyacente a lo mencionado en la sección 3.4 este punto tiene como objetivo brindar un panorama general de algunos elementos relativamente comunes en los DFPs. Observándose el uso de flechas anchas que indican el origen y continuación de otros planos. También es frecuente que se emplee este formato para especificar la salida o entrada de sustancias a través del límite de baterías, donde en la parte interior se escribe con letras o códigos el mensaje a transmitir.

Continuación de línea en otro plano



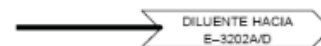
Origen de línea en otro plano



\* No. de plano

\*\* Línea o equipo de origen o destino

(PEMEX EXPLORACION Y PRODUCCION, 1999)



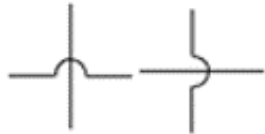
(Petróleos de Venezuela (PDVSA), 1991)



- Formato de Líneas

Es común que en el dibujo de diagramas de flujos de proceso algunas líneas se crucen, por tal motivo se han propuesto diversas formas que evitan ambigüedades al efectuar ligeras modificaciones en el formato original de las líneas. Cabe aclarar que estas modificaciones no representan la forma real de la línea y que sólo sirven para comunicar información de manera visual.

Líneas que cruzan



Líneas que entran



(ANSI Y32.10, Graphic Symbols)

Entrada de alimentación



Producto



Cruce de Líneas



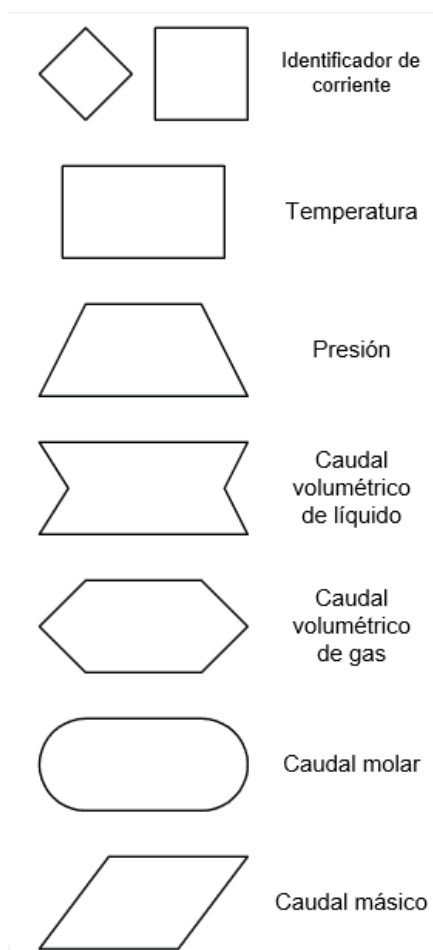
(ASA Y32.11,1961)

- Banderas o Etiquetas (Tags)

Las banderas o etiquetas son figuras que se colocan junto a las líneas de proceso y a los equipos, con la finalidad de presentar valores numéricos de las variables de proceso en dichos puntos del DFP. Su forma, a su vez, alude al tipo de concepto o variable (temperatura, presión, flujo, etc.), cuyas unidades se manejan consistentemente en todo el DFP, es decir, todos los valores de las variables deben estar en el mismo sistema de unidades (sistema inglés ó fps, sistema internacional ó MKS, sistema cgs,

etc.). El objetivo último de la adición de etiquetas o banderas en el diagrama es el otorgar de forma práctica datos relevantes para el correcto desarrollo de un proyecto en todas sus etapas, además que facilitan la resolución de problemas de operación durante el ciclo de vida de la planta ilustrada en el DFP.

Es claro que estas etiquetas deben de ser explícitas y estar directamente conectadas a las corrientes a las que hacen referencia y no deben confundirse con equipos de Proceso. A continuación se muestran los símbolos de etiquetas más comunes:



(Petróleos de Venezuela (PDVSA), 1991)

El uso de etiquetas puede disminuir el contenido de los cuadros de balances o resúmenes de flujo descritos en la sección 3.6, evitando así duplicar información al presentarla directamente sobre la línea. Sin embargo, debe de entenderse que el uso excesivo de este recurso puede entorpecer la visualización del diagrama y por ende dificultar el análisis del mismo.

Frecuentemente se emplea una figura triangular para indicar las correcciones realizadas a los diseños previos de un DFP y de esta manera mostrar gráficamente los cambios a los que ha sido sometido un plano dejando a la vista todas las modificaciones efectuadas a lo largo de un proyecto respecto al diagrama. Se localizan cerca de la zona que fue modificada en un espacio que no entorpezca su manejo.

- Nomenclatura y Dibujo de Servicios

En algunas ocasiones, las corrientes y equipos auxiliares suelen dibujarse en los diagramas de flujo de proceso debido a que están directamente relacionados con el proceso principal, pues son indispensables para el funcionamiento de la planta, aunque en esencia estos no forman parte de los flujos principales, por ejemplo: equipos que sirven para controlar la temperatura (torres de enfriamiento) y presión (compresores), por mencionar algunos. En el ANEXO C se presenta una lista de la nomenclatura de los servicios más comunes para su identificación. Debe de tenerse presente que la terminología no es única y existen diferencias entre la nomenclatura que emplea cada empresa u organización.

Nota: Los servicios deben indicarse en los diagramas de flujo de proceso sólo cuando estén directamente relacionados con el proceso.

- Accesorios

En algunas ocasiones, los diagramas de flujo de proceso suelen contener la representación de algunos accesorios, principalmente válvulas, con el objetivo de ilustrar la instrumentación básica de control en forma muy elemental o para indicar accesorios que resultan ser muy importantes en el proceso. En esencia estos símbolos no pertenecen a los DFPs, sin embargo es común encontrarlos, por ende resulta necesario su conocimiento, y debe quedar claro que esto no pretende reflejar la instrumentación final.

Dibujo	Nombre	Dibujo	Nombre	Dibujo	Nombre
	Válvula bridada de niplería		Válvula de bola		Válvula de mariposa
	Válvula checkk1		Válvula de compuerta bridada		Válvula de niplería
	Válvula checkk2		Válvula de compuerta		Válvula de puertos reducidos
	Válvula check bridada2		Válvula de globo bridada		Válvula de tres vías1
	Válvula check bridada		Válvula de globo		Válvula de un puertos reducido
	Válvula de bola bridada		Válvula de mariposa bridada		Válvula macho bridada

(CEASP4A, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, Departamento de Ingeniería Química, 2015)

## CAPITULO IV DIBUJO DE UN DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO (DFP)

### 4. Recomendaciones Generales Sobre La Elaboración De Un DFP

Como se ha citado a lo largo de este documento, los diagramas de flujo de proceso son en esencia una representación gráfica y esquematizada del proceso de una planta o sección de ella, en la cual además se indican condiciones de operación normal, el control básico, y los balances de materia y energía. También brindan información que resulte ser relevante para el diseño y la selección de equipo, fungiendo como guía para el resto de las disciplinas que participan en la elaboración de un proyecto.

Los diagramas de flujo de proceso son responsabilidad del departamento de ingeniería y en específico de los ingenieros de proceso, los cuales tienen la obligación de generar documentos confiables, ordenados, claros, consistentes y con el contenido suficiente para la correcta interpretación de un proceso por parte de todos sus potenciales usuarios, desde la elaboración del proyecto hasta la operación del proceso productivo en una industria.

La construcción de los diagramas de flujo de proceso supone, respecto a los diagramas de bloques, una complejidad relativamente significativa, de acuerdo a la cantidad y a la calidad de información que aportan, pues contiene todo el know-how básico que permite diseñar un proceso. Por ende, es necesario que para su implementación participen en el grupo de trabajo todas aquellas personas que son responsables de la ejecución y del desarrollo del proyecto. En contraste con esta necesidad, en la actualidad no existen criterios o normas aceptadas globalmente para su elaboración, por tanto, es común encontrar diversos documentos que buscan estandarizar dichos planos.

A continuación, se expondrán las pautas que permiten elaborar con un mínimo de homogeneidad los DFPs, con el objetivo de integrar todas las Partes de un Diagrama de Flujo de Proceso descrito en el Capítulo 3, independientemente de particularidades que instituciones o empresas pudieran realizar.

Debe representar:

- Información ordenada y jerarquizada.
- Trayectoria de Flujos.
- Entradas y salidas de materia y energía a los equipos y límites de baterías.
- Nomenclatura de líneas y equipos.
- Descripción de equipos.
- Lazo de control básico.
- Cuadro de balance.

Se omite:

- La relación con su distribución espacial en la planta.
- Las dimensiones reales de las líneas y equipos.

#### 4.1 Elaboración del Diagrama (Procedimiento)

En general no existe un lineamiento universal para la elaboración de un diagrama de flujo de proceso, sin embargo, a continuación se expondrán las pautas que permiten preparar un DFP con un mínimo de homogeneidad, con base en los temas expuestos en el Capítulo III.

##### Consideraciones precedentes

- Identificar todas las líneas y equipos principales que intervienen en un proceso.
- Disponer de las versiones aprobadas de toda la información como balances de materia y energía, sumario de propiedades de las corrientes, diagramas de bloques, etc., y representar la información conforme a la sección 3.1, 3.5 y 3.6 de este documento o bien a lo acordado por el grupo de trabajo.
- Delimitar la sección que se desea desarrollar, pudiendo ser por: planta, secciones o áreas.
- Se debe analizar previamente la cantidad de equipos y líneas que se deseen representar en el diagrama, esto con el objetivo de evitar saturar el documento, manteniendo siempre presente la probabilidad de adiciones posteriores.
- Averiguar si existe algún sistema similar en otro DFP, con la finalidad de evitar retrabajos y dar consistencia al proyecto.
- Es crucial diseñar los DFPs con una cantidad de información lo más uniforme posible, esto con el objetivo de homogenizar la densidad de información a representar.
- Se deben acomodar los equipos de acuerdo con la secuencia lógica del proceso.

- Fijar los límites de baterías e identificar la procedencia y/o el destino de líneas que entran y salen del diagrama.
- Utilizar la simbología y nomenclatura sugeridas en este documento contenidas en los Anexos B, C y D, o en su defecto la acordada por el grupo de trabajo.
- Mostrar en tablas los balances de cada corriente conforme a la sección 3.6, con el objetivo de mejorar la comprensión de la operación.
- Colocar una descripción del equipo de acuerdo a lo descrito en la sección 3.5.
- Preparar borradores de los diagramas, los cuales deberán ser revisados por el grupo de trabajo antes de ser llevados al dibujante.

## Preparación

### Equipos

- Distribuir los equipos uniformemente a lo largo y ancho del plano (colocándolos de izquierda a derecha) manteniendo presente la secuencia lógica del proceso, para evitar el curse excesivo de líneas, esto con la finalidad de simplificar sus interconexiones.
- Procurar que los equipos más importantes se muestren a la mitad del plano (torres o columnas, reactores, calentadores, tanques, etc.)
- Los equipos no se dibujan a escala ni indican la orientación real, sin embargo, deben conservar cierto sentido de proporción.



- Emplear la nomenclatura y simbología propuesta en este documento (ANEXO D) o en su defecto la acordada por el grupo de trabajo.
- Presentar la descripción de los equipos tomando como base lo presentado en la sección 3.5.
- Los equipos repetidos obligatoriamente no deben dibujarse, pudiendo sólo referenciar su existencia conforme a la nomenclatura propuesta en la sección 3.3.
- De ser posible, los equipos deben ser colocados de forma que ilustren la intención del proceso, por ejemplo: los rehervidores se colocan junto a la torre o columna en la sección inferior, mientras que el condensador se dibuja en la sección superior.
- Representar con una nube los equipos no definidos.

## Líneas

- Emplear la simbología y nomenclatura propuesta en la sección 3.3 y 3.4.
- El sentido del flujo se va trazando de izquierda a derecha.
- Se emplea línea gruesa para representar líneas principales de proceso como lo indica la sección 3.4.
- Se emplea línea delgada para representar líneas secundarias de servicio como lo indica la sección 3.4.
- La dirección del flujo se señala con una flecha al llegar a un equipo o cuando existe un cambio en la dirección de la línea como lo indica la 3.7.
- Evitar al máximo los cambios de dirección en las líneas, así como los cruces.

- Las corrientes de proceso deben de entrar por la sección izquierda del plano y salir por el extremo derecho, indicando con una flecha gruesa con un título descriptivo en su interior de dónde proviene, o hacia dónde va la corriente, como lo señala la sección 3.7.
- Todas las corrientes deben estar referenciadas como lo ilustra la sección 3.3.
- Cuando las líneas se cruzan, se puede cortar la vertical en esa sección o en su defecto saltar con un medio círculo como lo ilustra la sección 3.7.
- No se emplean líneas diagonales ni punteadas.

#### General

- Diseñar cada uno de los elementos que integran un plano conforme a lo mencionado en el Capítulo 3.
- Mostrar tablas, descripciones y cuadros conforme al capítulo 3 para mejorar la comprensión del plano.
- El sentido con el que se dibujan las líneas y equipos es de izquierda a derecha.
- Las líneas y equipos de servicios sólo deben indicarse en los diagramas cuando intervienen directamente con el proceso.
- Para efectuar el dibujo de modo práctico y homogéneo es necesario evitar al máximo aglomeraciones de la información.
- Pueden emplearse banderas como lo indica la sección 3.7 con el objetivo de hacer más explícito el DFP.

## Consideraciones sucesoras

- Las modificaciones en el DFP deben indicarse conforme a códigos de colores descritos en la sección 4.2 (nivel de avance de un proyecto).
- Cada que se realiza una modificación o remodelación en las líneas y equipos es obligatoria la actualización de dichos cambios en los DFPs.

### 4.2 Identificación con Colores

El uso de colores es una técnica ampliamente usada para la identificación de diversas propiedades en los planos, la cual representa simbólicamente procesos y atributos en las líneas y equipos, como configuraciones, circuitos, estados, magnitudes, etc.

Este tipo de simbología, a veces un poco redundante, tiene como objetivo combinar colores con símbolos y codificación alfanumérica, para brindar al operario información visual que resulte ser simple de descifrar, coherente y evitando ambigüedades.

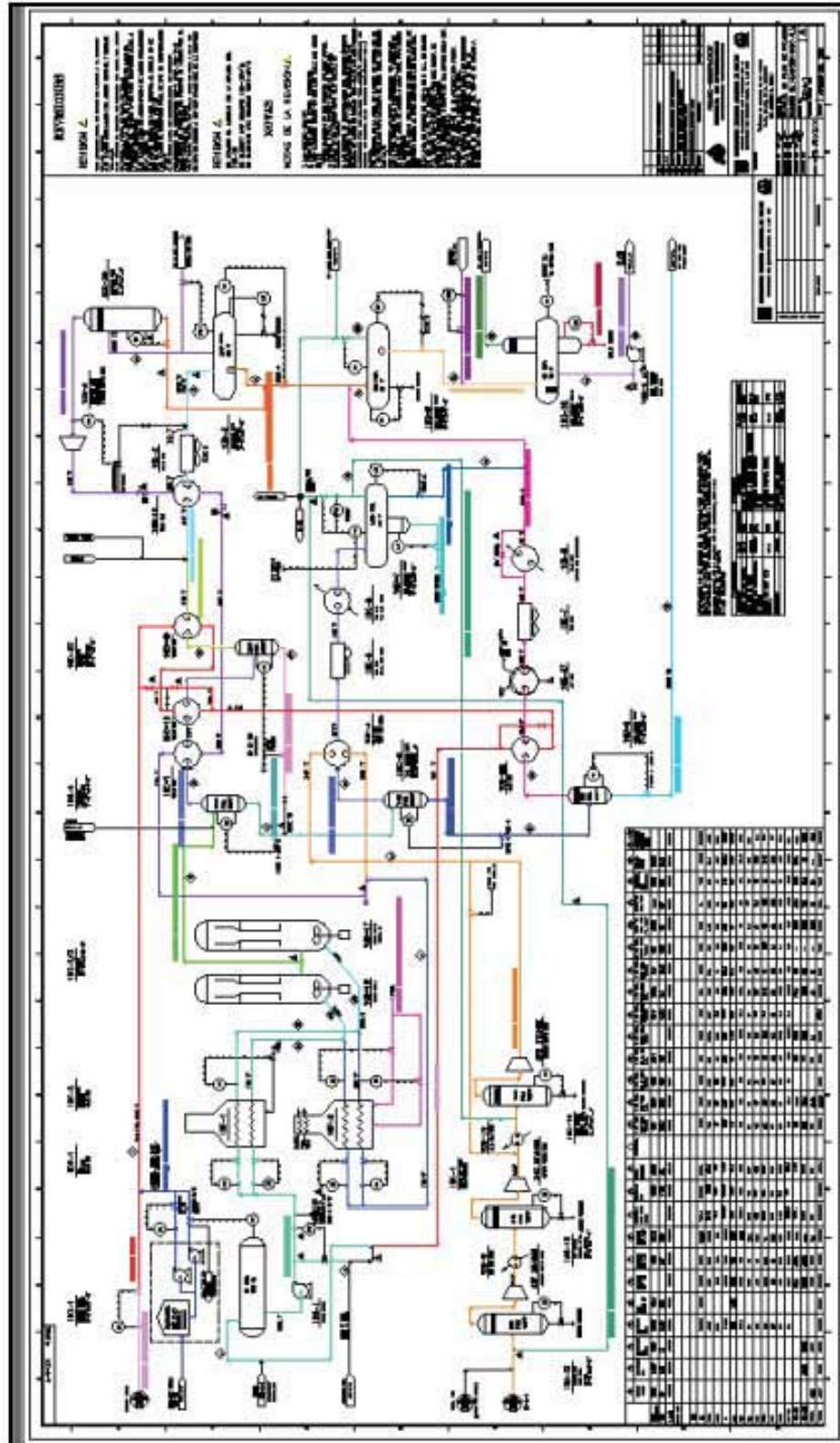
El correcto uso de esta técnica puede mejorar la comunicación de información pues disminuye los tiempos de búsqueda y optimizar así la identificación de atributos en los planos, sin embargo si se abusa de este recurso, es posible que se genere una interferencia visual al saturar los documentos con colores.

A continuación, se explican brevemente algunas aplicaciones para la codificación de Colores:

- Identificación de circuitos

Se emplea en DFPs para identificar líneas y equipos que manejan fluidos con la misma composición (circuito) pudiendo tener ligeras variaciones en las condiciones de operación (presión, temperatura y flujo).

A grandes rasgos cada circuito se indica con un color diferente hasta completar todo el plano. Esto con el objetivo de brindar información en una forma más visual acerca de las condiciones de los productos que se manejan.



(CEASP4A, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, Departamento de Ingeniería Química, 2015)

- Nivel de avance de un proyecto

Este tipo de codificación pretende informar mediante el uso de colores las diversas emisiones y correcciones que se realizan en un plano hasta que alcanza su aprobación. La codificación puede variar de acuerdo a cada proyecto u organización, sin embargo la empresa petrolera PDVSA sugiere:

Color	Significado
Amarillo	Revisado y está correcto
Rojo	Añadir
Verde	Eliminar
Azul	Comentarios

(Petróleos de Venezuela (PDVSA), 1991)

- Símbolos gráficos para la visualización de procesos de acuerdo a la norma ISA-5.5

Esta normatividad es complementaria a la ANSI Y 32.11 y ANSINEMA ICS 1-1978, y hace uso de una codificación de colores y símbolos con el propósito de establecer un sistema que permita homogeneizar los esquemas presentados en las pantallas de los operadores (diagramas), donde se ejerce el control sobre el proceso. Dicho sistema busca facilitar la comprensión de la información a través de dicha codificación.

A continuación se presenta un ejemplo tomado de la norma ISA-5.5 donde se explica la asociación de colores a un significado genérico y algún elemento asociado:

Color	Significado Genérico	Asociación de Elementos
Negro	Trasfondo	
Rojo	Emergencia	A) Alto B)Alarma de prioridad máxima C)Cerrada D)Apagado
Amarillo	Precaución	A) Condiciones anormales B) Alarma de prioridad secundaria
Verde	Seguro	A) Operación normal B) Inicio C) Abierto D) Encendido
Azul Cian	Estático y Significativo	A) Equipo de proceso en servicio B) Major lables
Azul	No esencial	A) Equipo de proceso en standby B)Cintas, Etiquetas, etc.
Magenta	Radiación	A) Alarmas de radicación B)Valores cuestionables
Blanco	Información dinámica	A) Mediciones B) Sistema de mensajes C) Tendencia D) Paso secuencial activo

- Revisiones por el equipo multidisciplinario

En esta estrategia se asigna un color a cada uno de los miembros del equipo multidisciplinario con el cual realizaran anotaciones, correcciones o sugerencias propias al diseño del DFP, de esta manera es posible diferenciar e identificar las fallas o errores en el diseño para cada una de las diversas ramas de la ingeniería.

### 4.3 Uso de Software

Actualmente para el Diseño de diversos diagramas de ingeniería (DB, DFPs, DTIs Isométricos, etc.), es común emplear herramientas computacionales de dibujo que permiten trazar de manera práctica y eficiente diversos documentos de trabajo, los cuales operan con las mismas convenciones de elementos, al emplear o cargar formatos predeterminados, dando como resultado diagramas homogéneos, ya que fueron diseñados bajo los mismos criterios. Análogamente, el uso de paquetes de software nos permite administrar en formato digital esta información, sea para consultas o futuras modificaciones, al estar disponibles en bases de datos.

- Bloques

Debido a la necesidad de dibujar con rapidez y eficiencia los diversos tipos de diagramas existentes, algunas paqueterías han incluido en su diseño la capacidad de implementación de bloques. Esto en esencia consiste en agrupar un conjunto de objetos (conocidos como entidades) y sus atributos como un todo. Es decir, es posible juntar líneas, arcos, círculos, etc., para formar una figura determinada, la cual podremos invocar posteriormente con un comando bajo un mismo nombre, y que a su vez nos permite asignarle un punto de inserción que facilita la manipulación del mismo. De esta manera es posible construir fácilmente un plano, evitando la necesidad de dibujar cada una de las entidades, al agrupar los objetos en una sola pieza.



- Paquetes de dibujo

Son aplicaciones computacionales que facilitan el dibujo técnico de diversos diagramas ya que fueron diseñados de acuerdo a las necesidades y normatividades de cada empresa; son herramientas de trabajo bastante empleados por industrias y licenciadores debido a que tienen la capacidad de homologar los elementos de dibujo por medio de bloques previamente definidos evitando la necesidad de dibujar cada elemento cuando es requerido.

Comúnmente los paquetes de dibujo son desarrollados por empresas o licenciadores que buscan estandarizar planos bajo normatividades específicas. En ellos se diseñan:

- Formatos preestablecidos para las plantillas o marcos, con su aplicación para el vaciado de información
- Formato preestablecido para el uso de líneas y equipos
- Formato preestablecido para cuadros de balance
- Formato preestablecido para el uso de tipo de letra y número

Cabe aclarar que estos formatos comúnmente se acondicionan a la paquetería de dibujo como una paleta de herramientas adicional.

- Capas o Layers

Son utilidades comúnmente cargadas en paqueterías de dibujo, que permiten aislar y tratar por separado cada uno de los diversos componentes que integran a un plano. Visto de otra forma, el uso de las capas equivale a trabajar un diagrama de flujo de proceso en hojas transparentes, donde los diversos elementos se agrupan en una categoría; de esta manera es posible reconocerlas por un color

común, permitiéndonos ocultar o mostrar dichos elementos en un diagrama.

Esta herramienta tiene la ventaja de poder seleccionar alguna capa en la que se desee trabajar y, una vez sobrepuesta, se puede visualizar todo el plano en su totalidad. De esta manera, es posible efectuar una edición de los elementos ordenada evitando la necesidad de manipular todas las entidades.

En general se pueden crear Capas o Layers de:

- Capa uno: plantilla y pie de página
- Capa dos: dibujo de los equipos
- Capa tres: TAG de los equipos
- Capa cuatro: líneas
- Capa cinco: TAG de las líneas
- Capa seis: instrumentación básica
- Capa siete: cuadros de balance o resumen
- Capa ocho: notas

## 4.4 Checklist

A continuación se presenta una lista de comprobación, con la cual se pretende ayudar al usuario a evaluar, orientar y mantener la calidad durante la elaboración de un Diagrama de Flujo de Proceso.

Check list para la elaboración de un diagrama de flujo de procesos			
Fecha de origen		Fecha de revisión	
Nombre y firma del dibujante		Descripción/Nombre de la planta	
Nombre y firma del supervisor		Número de plano	
<input type="checkbox"/>	Ajustes al diseño	<input type="checkbox"/>	Aprobado
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Cambios de alcance
<input type="checkbox"/>		<b>Observaciones</b>	
<input type="checkbox"/>	Asegurarse de que no existe algún otro DFP similar al que se pretende dibujar		
<input type="checkbox"/>	Delimitar la sección que se desea desarrollar (planta, sección o área)		
<input type="checkbox"/>	Contar con las versiones aprobadas de los balances de materia y energía y sumario de propiedades de las corrientes y equipos		
<input type="checkbox"/>	Identificar líneas y equipos principales que interviene en el proceso		
<input type="checkbox"/>	Definir las dimensiones de la hoja de trabajo (tipo)		
<input type="checkbox"/>	Colocar el pie de página o pie de plano		
<input type="checkbox"/>	Verificar que el pie de página cuente con los cuadros necesarios (título principal, numero de control de plano, revisión, nombre de ejecutores, fecha de emisión, lugar de elaboración, logotipo, sello, firma de ejecutores y validadores, plano de referencia, observaciones)		
<input type="checkbox"/>	Colocar el cuadro de balance o resumen de flujo y asegurarse que cuente con el número de la corriente, flujo de cada componente, temperatura y presión de operación, estado físico y densidad		
<input type="checkbox"/>	Fijar los límites de batería o el destino de las líneas que entran o salen		
<input type="checkbox"/>	Emplear una simbología y nomenclatura consistente		
<input type="checkbox"/>	Distribuir los equipos en orden lógico (izquierda a derecha o de abajo hacia arriba)		
<input type="checkbox"/>	Trazar las líneas evitando al máximo cruces y cambios de dirección		
<input type="checkbox"/>	Indicar con flechas las entradas, salidas y cambios de dirección		
<input type="checkbox"/>	Verificar que las líneas y equipos cuenten con su respectiva referencia		
<input type="checkbox"/>	En caso de emplear banderas asegurarse que la información no este repetida en el cuadro de balance		
<input type="checkbox"/>	Colocar en el contorno del plano la descripción del equipo		

## CONCLUSIONES

La importancia de los diagramas de flujo de proceso radica en su alta capacidad de transmitir información clara y precisa, a partir de un lenguaje gráfico previamente establecido que favorece la comprensión de la sucesión de los procesos y las operaciones unitarias implícitas, así como datos que resulte necesaria en la ingeniería de detalle o propiamente en la ingeniería básica. Además, dicha relevancia no culmina con la construcción o mejora de una planta, puesto que funcionan como un documento descriptivo y de referencia para el entrenamiento de nuevos ingenieros, operadores o cualquier persona relacionada con el proceso, teniendo la ventaja de poder ser interpretado independientemente del idioma. Partiendo del gran número de usuarios, se puede inferir que el DFP es una herramienta de consulta habitual que permite identificar los problemas operacionales y las posibles oportunidades de mejora en el proceso.

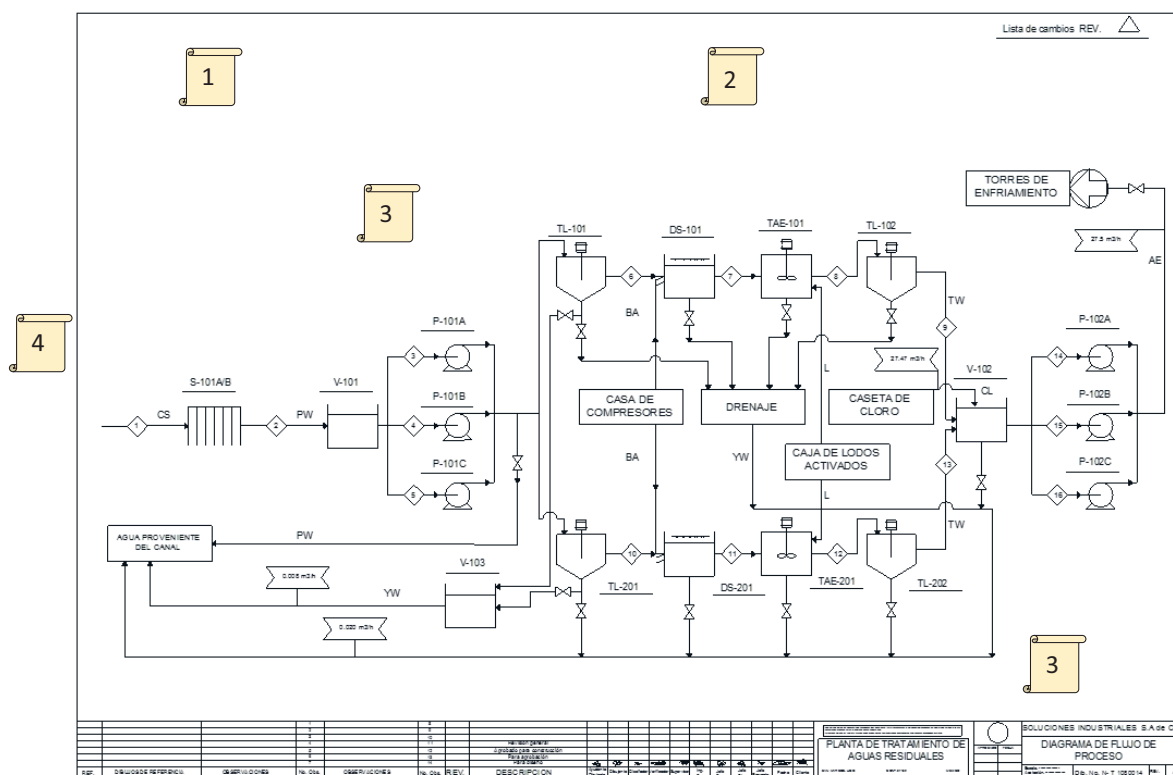
Al reconocer el valor de los diagramas de flujo de proceso, resulta de suma importancia poseer un documento que contenga información elemental que permita guiar o solucionar dudas a estudiantes y profesionistas poco experimentados en la elaboración y diseño de un DFP, partiendo de su conceptualización y su importancia dentro de la ingeniería de proyectos, manteniendo la cardinalidad al categorizar los equipos de proceso con base al fenómeno de transporte que en mayor magnitud lo gobierna, a modo de alinear criterios con los planes de estudios de la facultad de química y con otros documentos literarios.

La capacidad de diseñar correctamente un DFP radica en la comprensión de cada uno de los elementos que lo integran, así como el reconocimiento

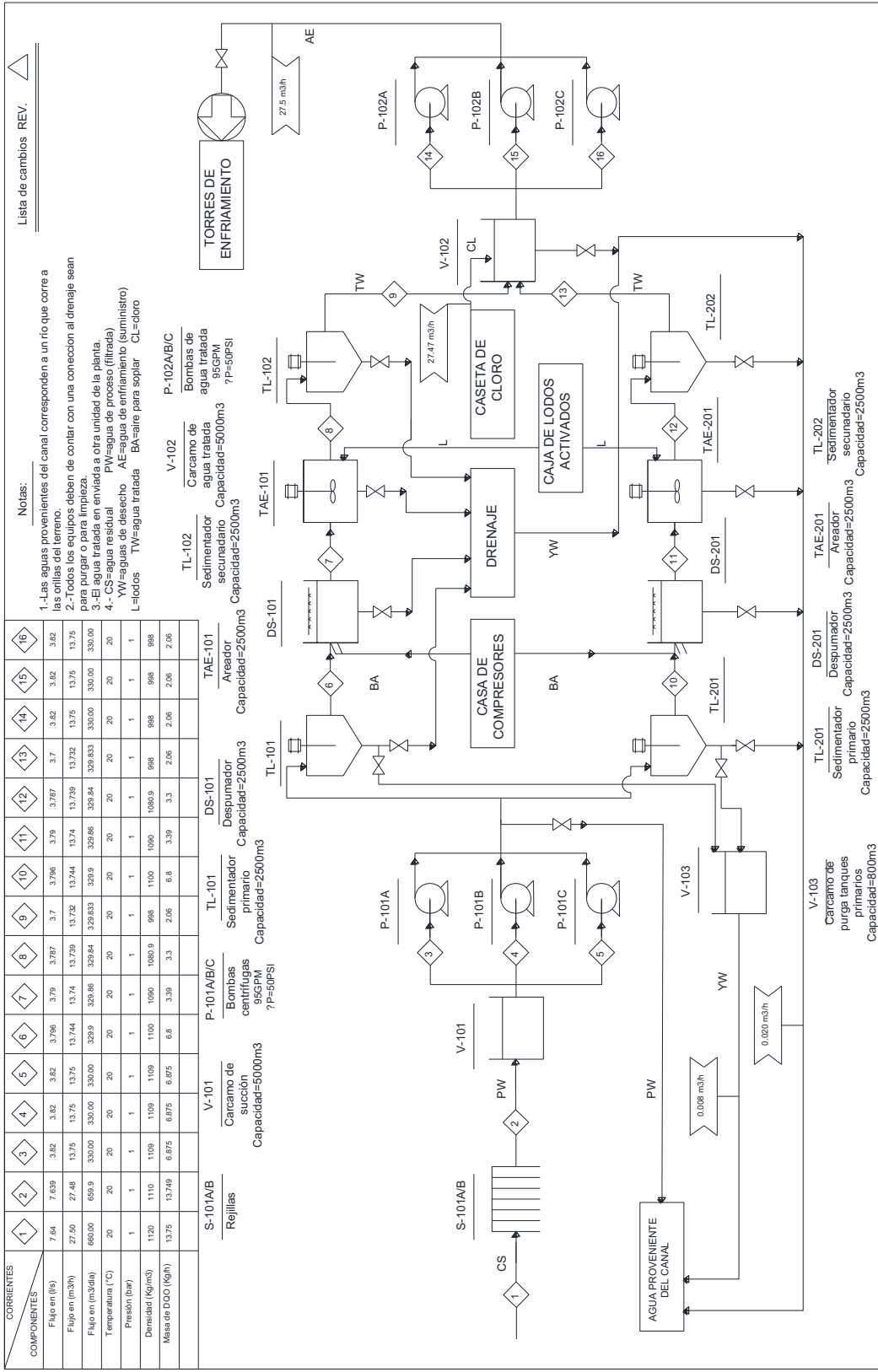
de aspectos claves durante su elaboración, manteniendo presente la existencia de similitudes y discrepancias entre criterios nacionales e internacionales para su dibujo y contenido. A diferencia de un DTI, los DFP no están estandarizados, por lo cual se recomienda a todo aquel que diseñe un DFP adopte una de las recomendaciones mostradas en la presente tesis.

Debido al gran desarrollo computacional y todos los beneficios que conlleva, es necesario indicar que existen paquetes de software que permiten diseñar y dibujar DFPs con mayor facilidad al contener formatos y accesibilidades que mejoran su manipulación, sin entrar a detalle con alguna paquetería en específico, por la razón de la obsolescencia de las mismas impulsado no por cuestiones de un mal funcionamiento, sino por la insuficiencia de versatilidad y desempeño en comparación con nuevas tecnologías que se introduzcan en el mercado.

## EJEMPLOS DE DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROCESO



- 1 Como una herramienta muy útil para transmitir información se recomienda disponer de un recuerdo de balance de materia y energía o sumario de propiedades conforme a la sección 3.1, 3.5 y 3.6 de este documento o bien a lo acordado por el grupo de trabajo.
- 2 Se puede emplear este espacio para realizar observaciones o anotaciones correspondientes al diagrama de flujo de procesos.
- 3 Aunque todos los equipos cuentan con una codificación que los identifica es recomendable colocar una descripción de los mismos como lo expresa el anexo E o en su defecto el acordado por el equipo de trabajo.
- 4 Se recomienda colocar un margen de acuerdo al anexo A con la finalidad de salvaguardar la integridad del plano para el momento de ser manipulado en físico.



Lista de cambios REV.

- Notas:
- Las aguas provenientes del canal corresponden a un río que corre a las orillas del terreno.
  - Todos los equipos deben de contar con una conexión al drenaje sean para purgar o para limpieza.
  - El agua tratada en enviada a otra unidad de la planta.
  - CS=agua residual PW=agua de proceso (filtrada) YW=aguas de desecho AE=agua de enfriamiento (suministro) L=lodos TW=agua tratada BA=aire para soplar CL=cloro

CORRIENTES COMPONENTES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Flujo en (ft³/s)	7.64	7.638	3.82	3.82	3.796	3.796	3.79	3.787	3.7	3.796	3.79	3.797	3.7	3.82	3.82	3.82
Flujo en (m³/h)	27.50	27.48	13.75	13.75	13.744	13.74	13.738	13.734	13.74	13.732	13.734	13.739	13.732	13.75	13.75	13.75
Flujo en (m³/día)	660.00	658.9	330.00	330.00	329.86	329.84	329.833	329.9	329.84	329.833	329.86	329.84	329.833	330.00	330.00	330.00
Temperatura (°C)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Presión (bar)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Densidad (Kg/m³)	1120	1110	1109	1109	1100	1090	1080.9	998	1100	1090	1080.9	998	998	998	998	998
Masa de DQO (Kg/h)	13.75	13.749	6.875	6.875	6.875	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	2.06	2.06	2.06

COMPONENTES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
S-101A/B Rejas																
V-101 Carcamo de succión Capacidad=5000m³																
P-101A/B/C Bombas centrifugas 95GPM ?P=50PSI																
TL-101 Sedimentador primario Capacidad=2500m³																
DS-101 Despurador Capacidad=2500m³																
TL-102 Sedimentador secundario Capacidad=5000m³																
TAE-101 Areador Capacidad=2500m³																
V-102 Carcamo de agua tratada 95GPM ?P=50PSI																
P-102A/B/C Bombas de agua tratada 95GPM ?P=50PSI																
CAJA DE COMPRESORES																
DRENAJE																
CAJA DE LODOS ACTIVADOS																
CASSETA DE CLORO																
TORRES DE ENFRIAMIENTO																
V-103 Carcamo de purga lanques primarios Capacidad=800m³																
P-101A/B/C Bombas purga lanques primarios																
TL-201 Sedimentador primario Capacidad=2500m³																
DS-201 Despurador Capacidad=2500m³																
TAE-201 Areador Capacidad=2500m³																
TL-202 Sedimentador secundario Capacidad=2500m³																

REF.

DRUJOS DE REFERENCIA	OBSERVACIONES	No. Dib.	REV.	DESCRIPCION	No. Dib.	REV.	OBSERVACIONES
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							

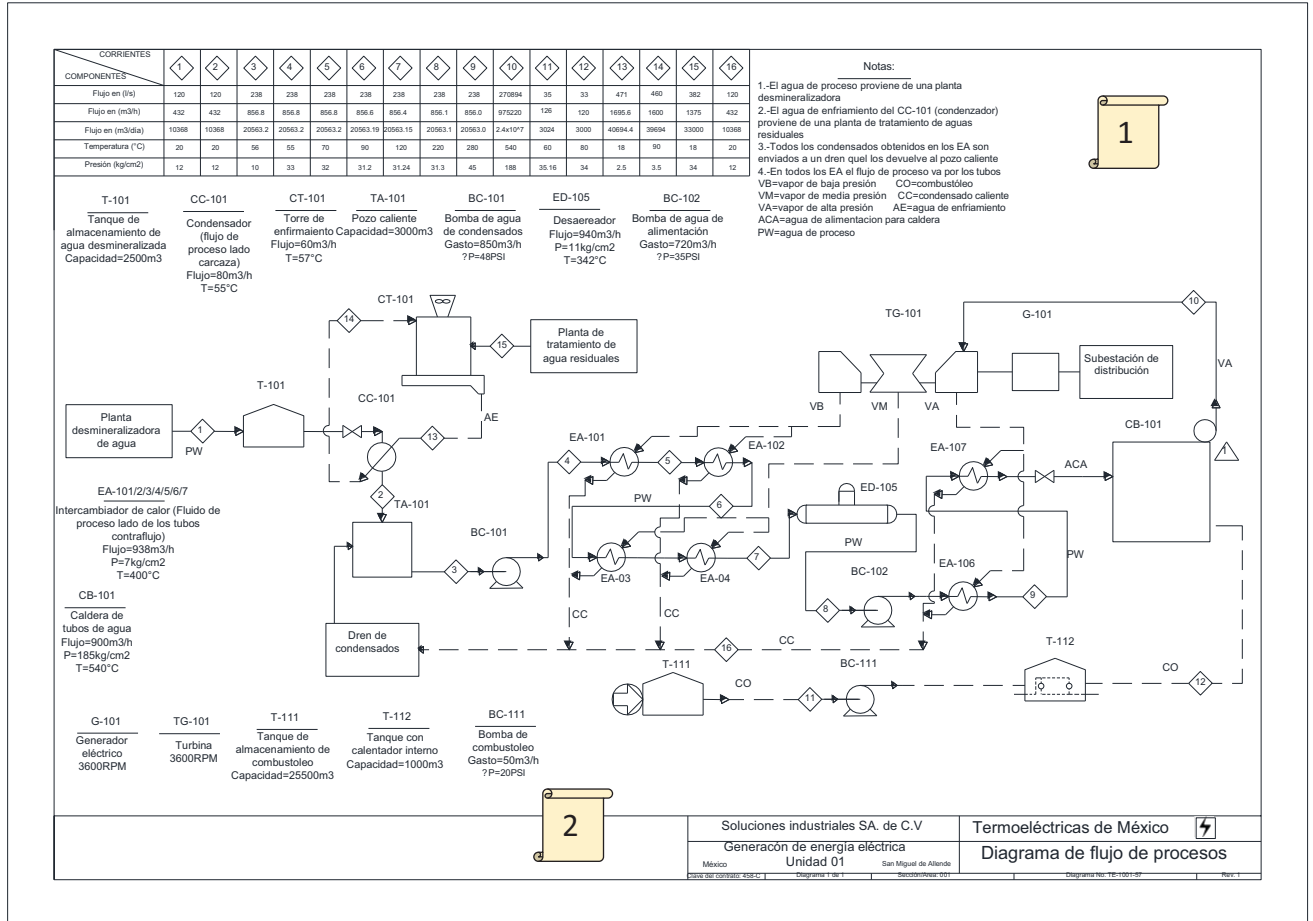
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

SOLUCIONES INDUSTRIALES S.A de C.V.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

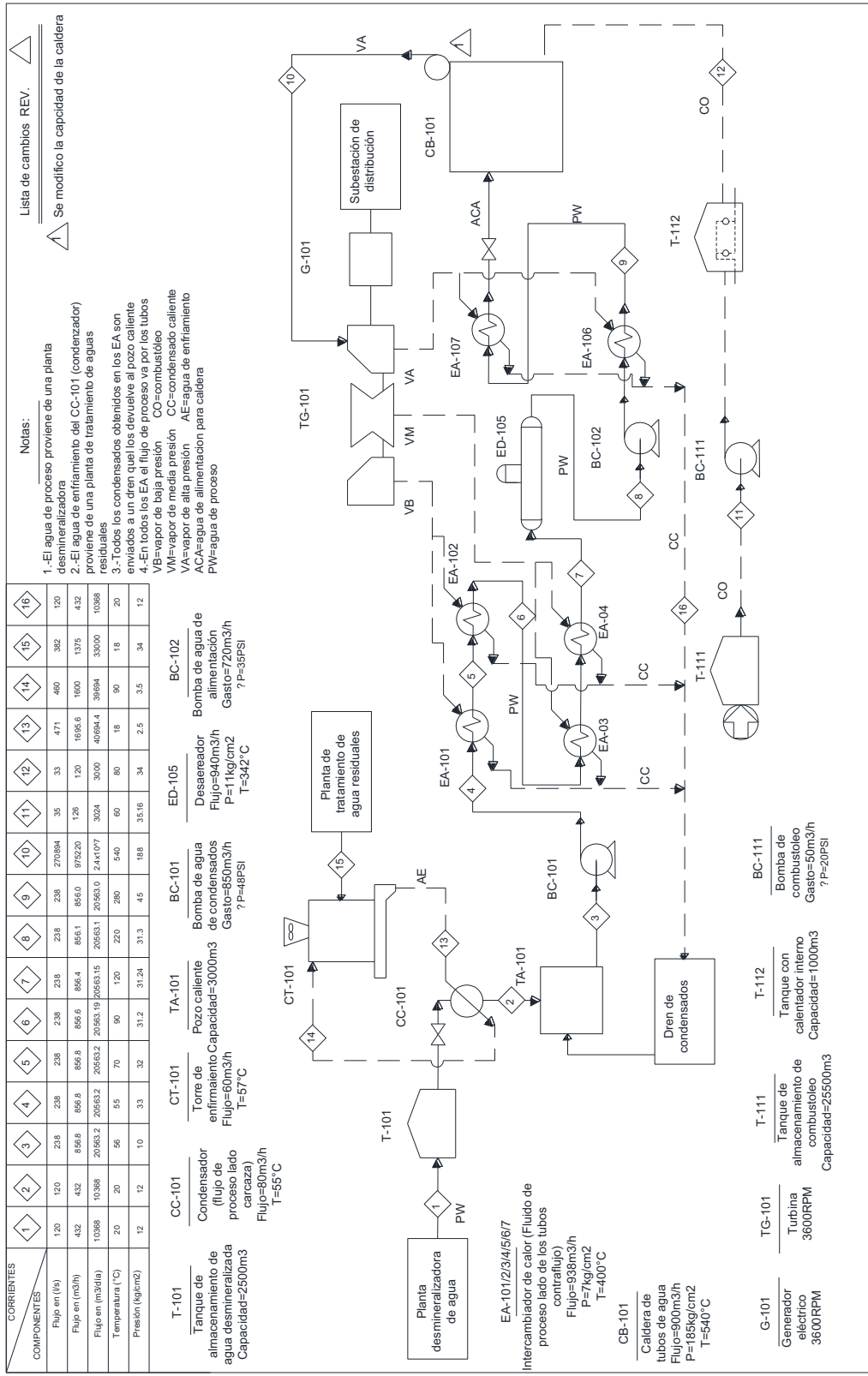
Ob. No. T-180014

Rev. A



- 1 Este espacio del plano se puede emplear para hacer mención de los cambios y las revisiones efectuadas sobre un diagrama de flujo de proceso.
- 2 Como lo indica la sección 3.2 gran parte de la información técnica y administrativa puede colocarse en esta zona (ejecutores, fecha de emisión, lugar de elaboración, logotipo, sellos, Cuadro vacío para firmas de los ejecutores y validadores, aprobaciones, plano de referencia, observaciones).





- Lista de cambios REV.**
- 1-El agua de proceso proviene de una planta desmineralizadora
  - 2-El agua de enfriamiento del CC-101 (condensador) proviene de una planta de tratamiento de aguas residuales
  - 3-Todos los condensados obtenidos en los EA son enviados a un dren que los devuelve al pozo caliente
  - 4-En todos los EA el flujo de proceso va por los tubos VM=vapor de baja presión CC=condensado caliente VA=vapor de alta presión AE=agua de enfriamiento ACA=agua de alimentación para caldera PW=agua de proceso

**Notas:**

- 1-El agua de proceso proviene de una planta desmineralizadora
- 2-El agua de enfriamiento del CC-101 (condensador) proviene de una planta de tratamiento de aguas residuales
- 3-Todos los condensados obtenidos en los EA son enviados a un dren que los devuelve al pozo caliente
- 4-En todos los EA el flujo de proceso va por los tubos VM=vapor de baja presión CC=condensado caliente VA=vapor de alta presión AE=agua de enfriamiento ACA=agua de alimentación para caldera PW=agua de proceso

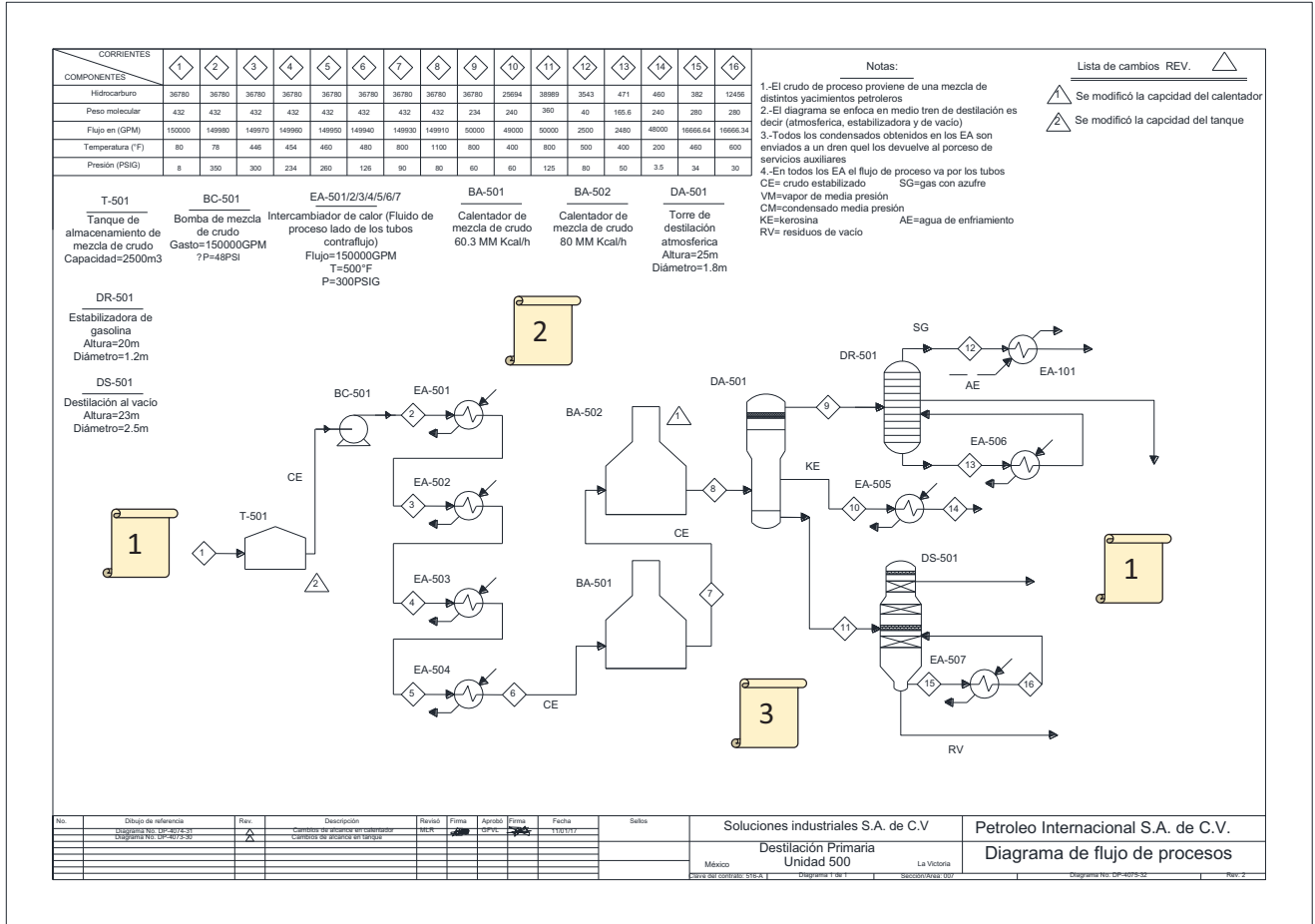
CORRIENTES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>COMPONENTES</b>																
Flujo en (l/s)	120	120	238	238	238	238	238	238	238	270894	35	33	471	469	382	120
Flujo en (m <sup>3</sup> /h)	432	432	856.8	856.8	856.8	856.8	856.8	856.8	856.8	973220	126	120	1695.6	1690	1375	432
Flujo en (m <sup>3</sup> /día)	10368	10368	20563.2	20563.2	20563.2	20563.19	20563.15	20563.1	20563.0	2441077	3024	3000	40384.4	39864	33000	10368
Temperatura (°C)	20	20	56	55	70	90	120	220	280	540	60	80	18	18	20	20
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	12	12	10	3.3	32	31.2	31.24	31.3	45	188	35.16	34	2.5	3.5	34	12

T-101	CC-101	CT-101	TA-101	BC-101	ED-105	BC-102
Tanque de almacenamiento de agua desmineralizada Capacidad=2500m <sup>3</sup>	Condensador (flujo de proceso lado carcasa) Flujo=80m <sup>3</sup> /h T=55°C	Torre de enfriamiento Capacidad=3000m <sup>3</sup> Flujo=60m <sup>3</sup> /h T=57°C	Pozo caliente Capacidad=3000m <sup>3</sup>	Bomba de agua de condensados Gasto=850m <sup>3</sup> /h ? P=48PSI	Desaerador Flujo=940m <sup>3</sup> /h P=11kg/cm <sup>2</sup> T=342°C	Bomba de agua de alimentación Gasto=720m <sup>3</sup> /h ? P=35PSI

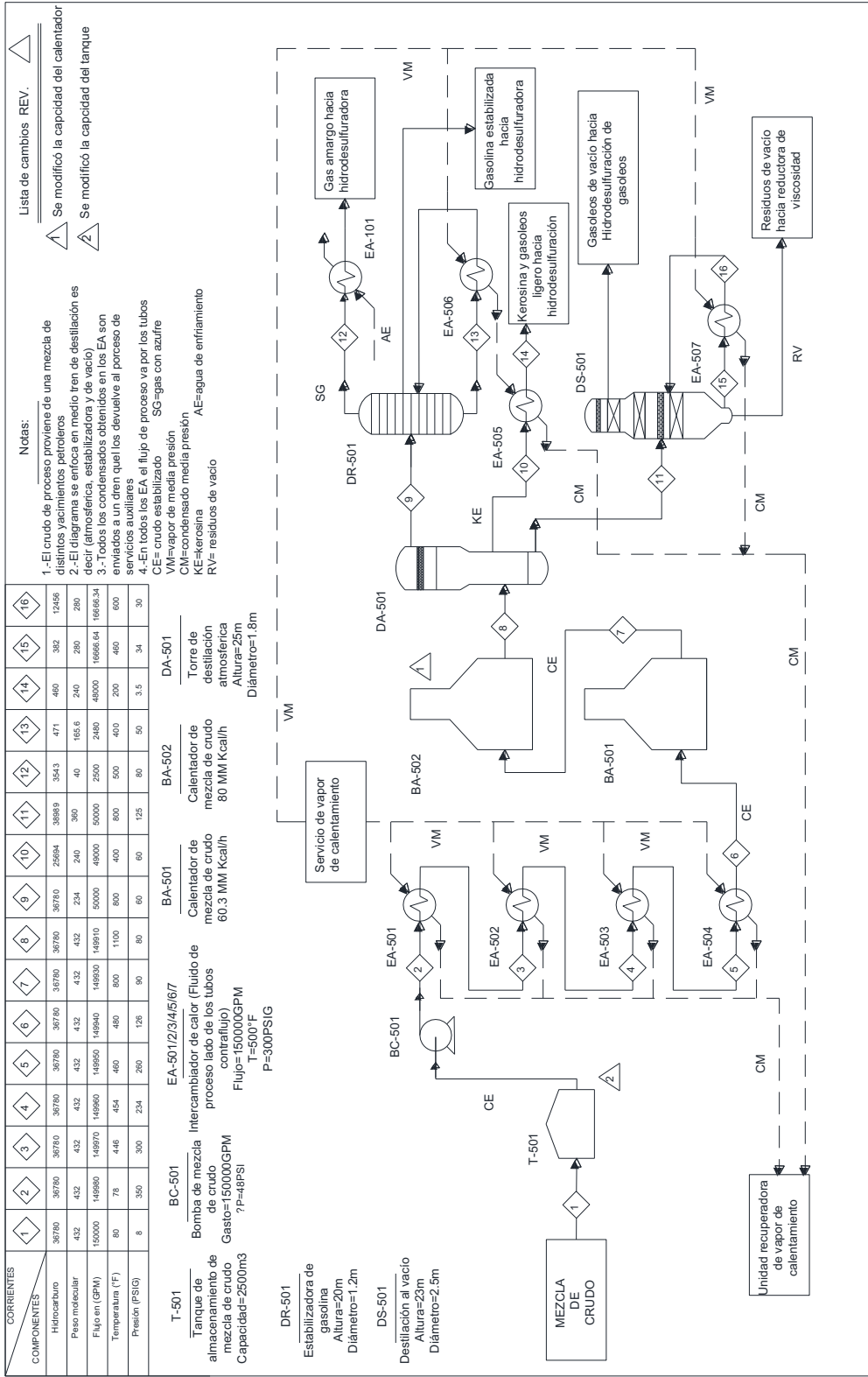
No.	Dibujo de referencia	Rev.	Descripción	Revisó	Fecha	Forma	Revisó	Fecha	Forma
	DIAGRAMA NO. TE-1001-05		Cambios de abastecimiento en caldera	WALY	11/01/17	DVCN			

Soluciones industriales SA. de C.V.  
 Generación de energía eléctrica  
 Unidad 01  
 México  
 San Miguel de Allende  
 Diagrama No. TE-1001-05  
 Página 1 de 1  
 Rev. 1

Termoeléctricas de México  
 Diagrama de flujo de procesos



- 1 Es recomendable incluir bloques dentro del diagrama que indiquen el origen y destino de las corrientes, por lo general estas se ubican en los extremos del plano.
- 2 Para proporcionar más información en algunos casos se agregan las corrientes principales de los servicios auxiliares, pudiéndolas diferenciar porque estas se dibujan con líneas punteadas.
- 3 Es importante el emplear códigos que indiquen las sustancias que contiene cada corriente con base en el anexo C.



- Lista de cambios REV.**
- 1. Se modificó la capacidad del calentador de distintos yacimientos petroleros
  - 2. Se modificó la capacidad del tanque

**Notas:**

- 1.-El crudo de proceso proviene de una mezcla de distintos yacimientos petroleros
- 2.-El diagrama se enfoca en medio tren de destilación es decir (atmosférica, estabilizadora y de vacío)
- 3.-Todos los condensados obtenidos en los EA son enviados a un dren que los devuelve al proceso de servicios auxiliares
- 4.-En todos los EA el flujo de proceso va por los tubos VM= vapor de media presión

CORRIENTES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Hidrocarburo	36780	36780	36780	36780	36780	36780	36780	36780	36780	25884	38889	3543	471	460	382	12466
Peso molecular	432	432	432	432	432	432	432	432	432	240	360	40	165.6	240	280	280
Flujos en (GPM)	150000	149980	149970	149960	149950	149940	149930	149919	50000	49000	50000	2500	2480	48000	16666.64	16666.24
Temperatura (°F)	80	78	448	454	460	480	800	1100	800	400	800	500	400	200	460	600
Presión (PSIG)	8	350	300	234	260	126	90	80	60	60	125	80	50	3.5	34	30

**BC-501**  
Bomba de mezcla de crudo  
Gasto=150000GPM  
P=48PSI  
Capacidad=2500m3

**EA-501/2/3/4/5/6/7**  
Intercambiador de calor (Fluido de proceso lado de los tubos contrario)

**BA-501**  
Calentador de mezcla de crudo  
60.3 MM Kcal/h  
Altura=25m

**BA-502**  
Calentador de mezcla de crudo  
80 MM Kcal/h  
Altura=25m

**DA-501**  
Torre de destilación atmosférica  
Altura=25m  
Diámetro=1.8m

**DR-501**  
SG=crudo estabilizado  
VM=vapor de media presión  
CM=condensado media presión

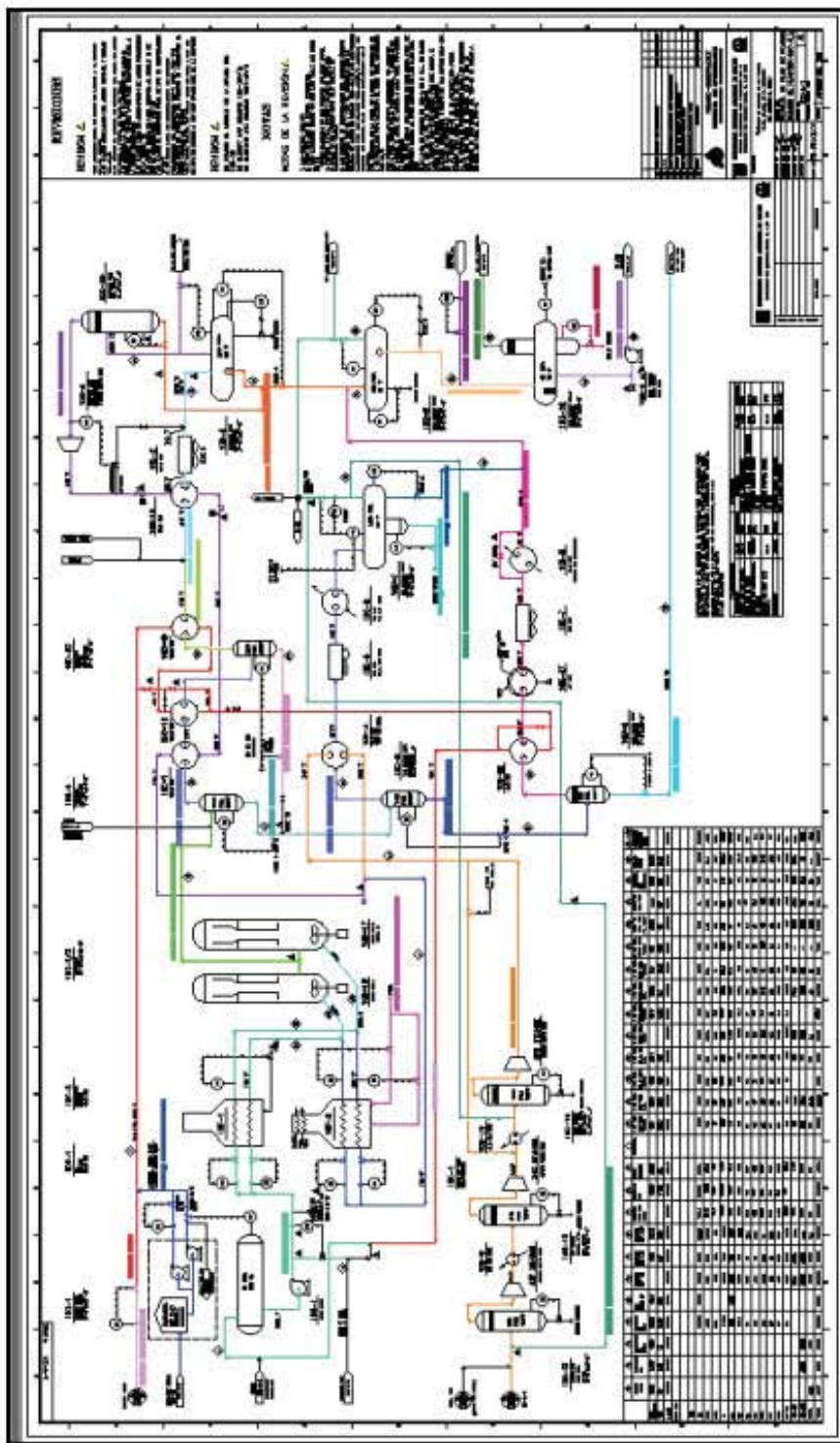
**EA-506**  
AE=agua de enfriamiento

**EA-505**  
KE=kerosina  
RV= residuos de vacío

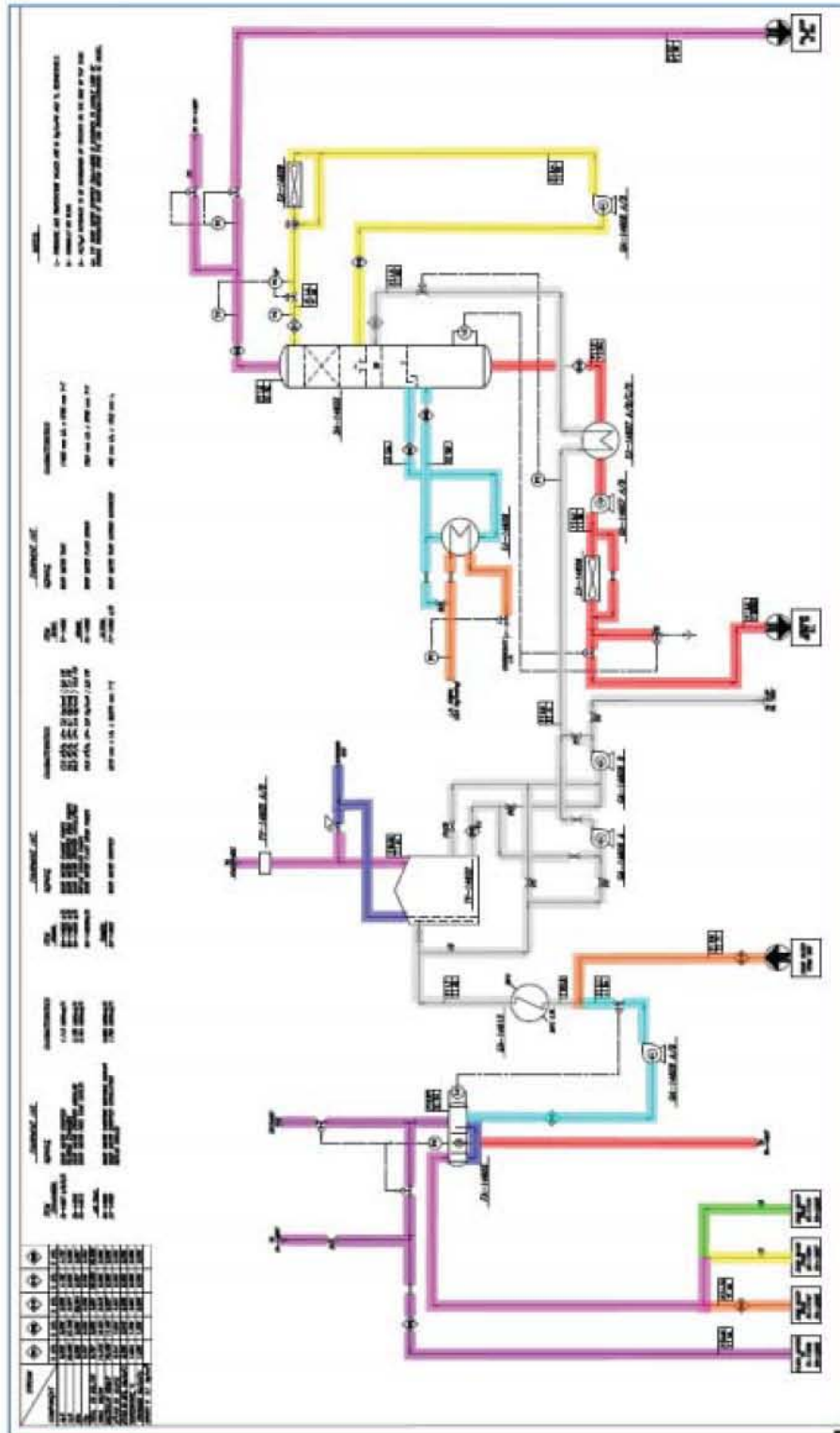
**EA-507**  
DS=gas con azufre

**RV**  
Residuos de vacío hacia reductora de viscosidad

No.	Diagrama de referencia	Rev.	Descripción	Revisó	Forma	Aprobó	Fecha	Señala	Soluciones industriales S.A. de C.V.	Petroleo Internacional S.A. de C.V.
	Diagrama No. DP-497-23	1	Cambios de abastecimiento en calentador	MAR	10/11/77	11/10/77			Destilación Primaria	Diagrama No. DP-497-23
	Diagrama No. DP-497-23		Cambios de abastecimiento en tanque						Unidad 500	Diagrama No. DP-497-23
									México	Diagrama No. DP-497-23
									La Victoria	Diagrama No. DP-497-23
									Sección PVT-107	Diagrama No. DP-497-23
										Rev. 2

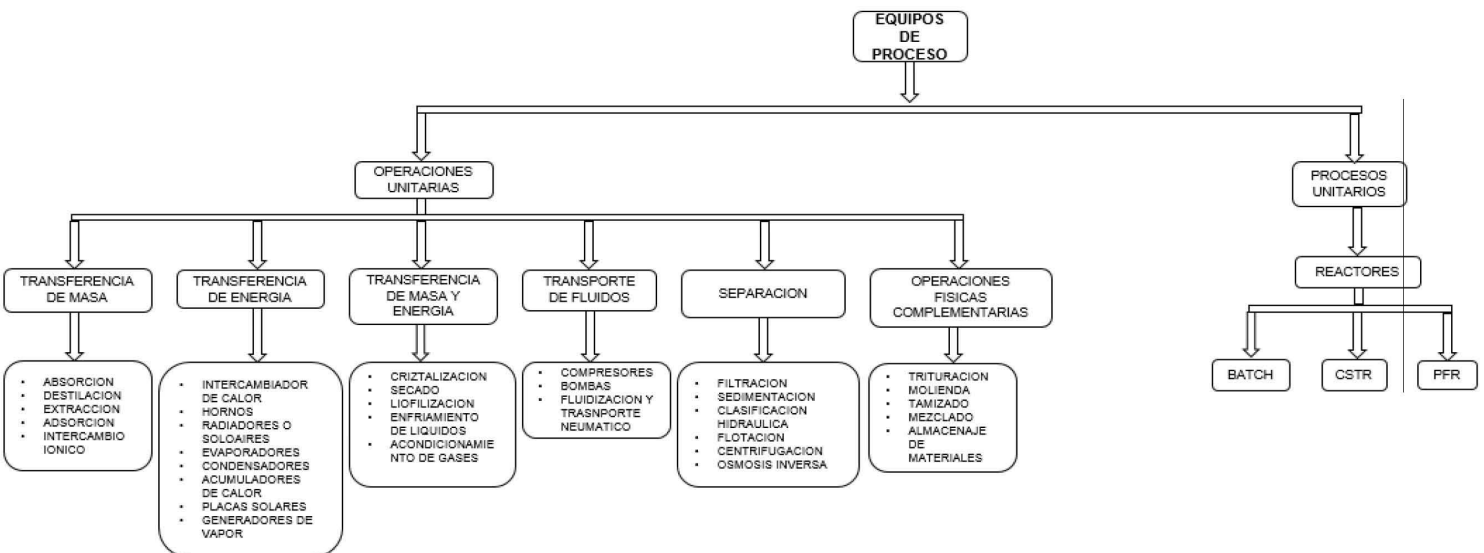


(CEASP4A, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, Departamento de Ingeniería Química, 2015)



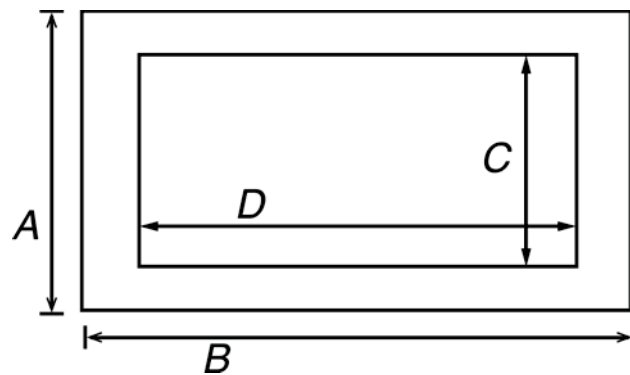
(CEASP4A, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, Departamento de Ingeniería Química, 2015)

DIAGRAMA DE LOS EQUIPOS DE PROCESO



## ANEXO A: Tipo de hojas

Dependencia	Norma De Referencia	Nombre	Dimensiones		
			Tipo	A (mm) Ancho	B(mm) Largo
PEMEX	Norma: No.1.030.01	Guia para la elaboración de planos y formatos para documentos diversos	"A"	215	280
			"B1"	280	405
			"B2"	405	595
			"B3"	595	785
			"D"	560	915
			"E"	840	1065
PDVSA	PDVSA L-TP 1.1	Preparación de Diagramas de Proceso	"A"	215	280
			"B"	280	430
			"C"	470	670
			"D"	560	880
			"E"	762	1067
ISO	ISO 216	Paper Drafting Size	"A0"	841	1189
			"A1"	594	841
			"A2"	420	594
			"A3"	297	420
			"A4"	210	297
ANSI/ASME	ANSI Y14.1M ANSI X3. 151-1987	Metric Drawing Sheet Size and Format	"A"	215.9	279.4
			"B"	279.4	431.8
			"C"	431.8	558.8
			"D"	558.8	863.6
			"E"	863.6	1117.6
			"F"	711.2	1016



## ANEXO B: Codificación empleada para Equipos y Material de Proceso.

Equipos		Códigos de los equipos	
Español	Inglés	Nomenclatura	Fuente
Absorbedor	Absorber Scrubber	AB SCBR	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Absorbedor de pulsaciones	Pulse Absorber	TP	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Activador	Activator	AV	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Acumulador	Accumulator, Storage tank	VE	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Adelgazador	Thinner	TH	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Adsorbedor	Adsorber	AD	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Agitador	Agitator	AG	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
	Mixer	M	Chemical Process Equipment Selction and Design
	Shaker	EA	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
	Mixer	M	Chemical Process Equipment Selction and Design
Agitador Mecánico	Mechanical Agitator	MA	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Aglomerador	Agglomerater	AM	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Aislamiento frio	Cold insulation	IC	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Alimentador	Feeder	FE	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
		C	Chemical Process Equipment Selction and Design
Alimentador o dosificador de polvo	Feeder/Dust dispenser	PS	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Alimentador Rotativo	Rotary Feeder	RFDR	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Amortiguador	Muffler, Absorber, Buffer	BA	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Amortiguador de carro	Shock absorber	CD	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Amortiguador de presión	Pressure Absorber	BAP	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Anunciador/Alarma	Annunciator/Alarm	AL	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Aparejos de conexión	Tackle connection	SG	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Arrancador de motor	Motor Starter	MR	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Arreador	Whip	AE	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Arrestador de flama	Flame arrestor	AF	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Ascensor de hornilla	Lift burner	FK	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Atemperador	Desuperheater	DS	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Atomizador	Atomizador	SDRY	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Autoclave	Autoclave	CK	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Banda recolectora	Gatherer band	BP	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Bandas	Conveyor belts	BT	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Báscula autotanques	Tractor-trailer scales	BAT	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Báscula carrotanques	Tank truck scales	BCT	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Bascula de pesaje	Weigh scale	L	Chemical Process Equipment Selction and Design
Básculas mixtas	Scales	BM	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Batería	Battery	BA	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Bomba	Pump	P	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
		J	Chemical Process Equipment Selction and Design
		P	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
		PUMP	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Bomba centrífuga	Centrifugal pump	BAP	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Bomba de diafragma	Diaphragm pump	BD	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Bomba de pistón	Piston pump	BP	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Bomba rotatoria	Rotary pump	BR	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Boquilla de pulverización	Spray nozzle	SR	Chemical Process Equipment Selction and Design
Boquilla o esprea	Nozzle	NZ	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Brazo de carga	Loading arm	LA	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
		LA	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Caldera	Boiler	BR	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
		SG	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
		CB	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
		B	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Calentador a fuego	Fired heater	H	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Calentador a fuego directo	Direct fired heater	CF	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Calentador de succión	Suction heater	CS	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Calentador eléctrico	Electric heater	HE	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Cámara de presión	Pressure chamber	AK	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Cambiadores de calor	Heat exchanger	CH	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Capacitor	Capacitor	XC	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Cargador de batería	Battery charger	BC	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos



Equipos		Códigos de los equipos	
Español	Inglés	Nomenclatura	Fuente
Cargador y Descargador	Loader	LD	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
CCM	Motor Control Center	MC	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Celda de flotación	Flotation cell	FC	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Centrífuga	Centrifuge	CG	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
		FF	Chemical Process Equipment Selction and Design
Charola	Tray	RW	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Chimenea	Smokestack	CH	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
		CHI	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Chute	Shot	DU	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Ciclón	Cyclone	CY	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Clarificador	Clarifier	CL	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Clarifloculador	Clarifloculator	CLF	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Clasificador	Classifying equipment	CF	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
	Sorter	S	Chemical Process Equipment Selction and Design
Clorador	Chlorinator	CH	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Coalescedor	Coalescer	CS	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Colector de polvo	Exhaust manifold	BH	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
	Dust collector	FG	Chemical Process Equipment Selction and Design
Columna	Column	VE	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Columna de absorción	Absorption column	DA	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Columna de agotamiento	Stripping column	DS	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Columna de deshidratación	Dehydration column	DD	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Columna de rectificación	Rectification column	DR	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Columna de tratamiento	Treatment column	DT	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Columna fraccionadora	Fractionator	DF	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Columna reactivadora o regeneradora	Regenerating column	DB	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Columna, Torre	Column, tower	C	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Combaire y enfriador con aire	Combination and air cooler	CO	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Compresor	Compressor	C	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
		JC	Chemical Process Equipment Selction and Design
		CMPR	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Compresor centrífugo	Centrifugal compressor	BB	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Compresor de pistón	Piston compressor	BC	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Compresor Reciprocante	Reciprocating Compressor	RECP	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Compresor, Soplador, Ventilador	compressor, blower, fan	K	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Concentrador	Concentrator	CN	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Condensador	Condenser	CC	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
		E	Chemical Process Equipment Selction and Design
Cortador	Cutter	CU	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Cortador de Coque	Coke cutter	DC	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Criba	Screen	GZ	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Criba/Rejilla	Screen	S	Chemical Process Equipment Selction and Design
Cristalizador	Crystallizer	CZ	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
		K	Chemical Process Equipment Selction and Design
Cyclon separador de gases	Cyclone separator (gas)	FG	Chemical Process Equipment Selction and Design
Cyclon separador de líquidos	Cyclone separator (liquid)	F	Chemical Process Equipment Selction and Design
Deaerador	Deaerator	DA	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Decantador	Decanter	FL	Chemical Process Equipment Selction and Design
Deposito	Storehouse/Bin	RS	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Deposito	Bin	TT	Chemical Process Equipment Selction and Design
		DH	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Desaerador	Deaerator	ED	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Desalador	Desalter	DE	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Desgasificador	Degasser	DG	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Deshidratador electrostático	Electrostatic dehydrator	DE	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Desintegrador	Desintegrator	WC	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Detector de fuego	Fire detector	FD	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Detector de gas	Gas detector	GD	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Detector de metal	Metal detector	MD	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Difusor	Diffuser	DF	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Digestor	Digester	DI	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Disco de pulverización	Spray disk	SR	Chemical Process Equipment Selction and Design
Dispersador	Disperser	M	Chemical Process Equipment Selction and Design
Distribuidor	Provider	SV	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Dosificador	Doser	DO	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Ducto	Pipeline	DU	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Ducto principal de alimentación	Principal feeder pipeline	BD	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos

Equipos		Códigos de los equipos	
Español	Inglés	Nomenclatura	Fuente
Elevador	Elevator	EL	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
		C	Chemical Process Equipment Selction and Design
Elevador de cubo	Bucket elevator	BE	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Embrague	Cluch	CX	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Enfriador	Chiller	CO	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Enfriador de Aire	Air cooled	AC	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Equipo de alambrado	Equipment wiring	WE	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Equipo de comunicaciones	Communication equipment	CE	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Equipo de laboratorio	Laboratory equipment	LE	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Equipo de lubricación	Lubrication equipment	LU	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Equipo de Pesaje	Weigh equipment	W	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Equipo de protección	Protective gear	FI	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Equipo de seguridad	Safety equipment	SF	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Equipo de Vacío	Vacuum equipment	VE	Chemical Process Equipment Selction and Design
Equipo eléctrico	Electrical equipment	EE	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Equipo específico especializado	Specialized equipment	SE	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Equipo misceláneo	Moscellaneous equipment	ME	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Equipo móvil	Movil equipment	MB	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Equipo paquete	Package equipment	PG	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Equipos de manipulación de materiales	Materials handling equipment	G	Chemical Process Equipment Selction and Design
Equipos misceláneos	Moscellaneous equipment	A	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Escala	Scale	SC	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Especialidades nucleares	Nuclear specialities	NS	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Espesador/Aglutinante	Thickener	F	Chemical Process Equipment Selction and Design
Espumadera	Skimmer	SM	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Evaporador	Evaporator	FE	Chemical Process Equipment Selction and Design
		EVPR	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
		EV	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Expansor	Expander	EX	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Extractor	Extractor	B	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Extrusor	Extruder	ET	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Eyector o educor	Ejector/Eductor	BY	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Eyector, inyector	Ejector, Injector	J	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Eyector/Eductor	Ejector/Eductor	EJ	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Filtro	Filter	F	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
		P	Chemical Process Equipment Selction and Design
		FIL	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Filtro colador	Strainer	SR	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Filtro de aire	Air filter	FG	Chemical Process Equipment Selction and Design
		FA	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Filtro de arena o antracita	Sand filter	FA	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Filtro de carbón	Carbon filter	FLC	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Filtro de gas	Gas filter	FG	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Filtro de líquido	Liquid Filter	FL	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Filtro de Vacío	Vacumm Filter	VFLT	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Filtro para líquidos	Liquid Filter	LFLT	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Filtro temporal	Temporal filter	FC	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Floculador	Floculator	FO	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Fuerza motriz	Prime mover	PM	Chemical Process Equipment Selction and Design
Gasificador	Gasificator	GF	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Gasómetro	Gas Holder	GHDR	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Generador	Generator	G	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Generador de electricidad	Electric generator	GE	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Generador de gas	Gas generator	GG	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Granulador/Hojuelador	Granulator	GL	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Grúa	Crane	HI	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Hardware de computadora	Computer Hardware	CW	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Hervidor/Caldero	Kettle	R	Chemical Process Equipment Selction and Design
Hidrante	Hydrant	FH	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Homogeneizador	Homogenizer	M	Chemical Process Equipment Selction and Design
Horno	Furnace	B	Chemical Process Equipment Selction and Design
		B	Chemical Process Equipment Selction and Design
		FN	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
		FURN	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display

Equipos		Códigos de los equipos	
Español	Inglés	Nomenclatura	Fuente
Horno (rotativo)	Kiln (rotary)	DD	Chemical Process Equipment Selction and Design
Horno darker	Furance	BK	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Horno de ladrillo refractario	Firebrick furance	KI	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Horno Rotativo	Rotary Kiln	KILN	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Humidificador	Humidifier	DP	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Incinerador	Incinerator	IN	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Intercambiador anionico	Anion exchanger	IA	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Intercambiador catiónico	Cation exchanger	IC	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Intercambiador con Aletas	Finned Exchanger	FNXR	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Intercambiador de calor	Exchanger	E	Chemical Process Equipment Selction and Design
	Heat exchanger	EX	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
	Heat exchanger	XCHG	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Intercambiador enfriado por aire	Heat exchanger	HX	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Intercambiador mixto, anionico y catiónico	Mix exchanger	IM	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Interruptor de circuito	Circuit switch	CB	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Laminación	Roll Stand	RSTD	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Lanzador de diablos	Pig launcher	LR	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Lavabo	Washbowl	LN	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Lavador	Washer	WA	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Lavador de gases	Scrubber	SK	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Lavador de ojos	Eye wash	SY	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Maquina de papel	Paper making machine	PM	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Maquinaria de empaquetamiento	Packaging machinery	L	Chemical Process Equipment Selction and Design
Mezclador	Blender	MX	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
	Mixer	M	Chemical Process Equipment Selction and Design
	Mixer	M	Chemical Process Equipment Selction and Design
	Blender	EZ	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Mezclador Continuo	Inline Mixer	IMIX	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Mezclador Dinámico	Dinamic mixer	MD	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Mezclador Estático	Static mixer	ME	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Miscelaneo	Miscellaneous	L	Chemical Process Equipment Selction and Design
Molino	Mill	MILL	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
	Mill/Grinder	MO	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Molino coloidal	Colloid mill	SR	Chemical Process Equipment Selction and Design
Molino desmenuzador	Pulper	MI	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Motor	Engne	PM	Chemical Process Equipment Selction and Design
	Motor	MOTR	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Motor de Bomba	Pump motor	PM	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Motor de combustión interna	Internal combustion engine	EN	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
		MC	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Motor de Compresor	Compressor motor	KM	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Motor de Enfriador / Ventilador	Cooler motor/ Fan	EM	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Motor diésel	Diesel engine	DE	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Motor eléctrico	Electric motor	M	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
		ME	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Motor eléctrico con agitador	Electric motor with stirrer	MAE	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Motor Mezclador Dinámico	Dynamic Mixing Engine	DMM	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Muestreador	Sampler	SC	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Paletizador	Palletizer	PA	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
		PE	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Panel de control	Control panel	CP	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Pila	Heap/Pile	ST	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Pileta, Fosa o Cárcamo	Pool/Pit	FO	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Planta de tratamiento de agua	Sewage treatment plant	WT	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Planta de tratamiento de gas	Gas treatment plant	GP	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Polea de carro	Driving pulley	CQ	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Polipasto	Hoist	HT	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Precipitador	Precipitator	PC	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
	Precipitator (dust or mist)	FG	Chemical Process Equipment Selction and Design
Precipitador electrostático	Electrostatic Precipitator	EP	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
		EPCP	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
		CA	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Protección catódica	Cathodic protection	CA	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Protector de fuego	Fire protector	FP	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos

Equipos		Códigos de los equipos	
Español	Inglés	Nomenclatura	Fuente
Pulverizador	Pulverizer	PV	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
		SR	Chemical Process Equipment Selction and Design
Punto de transferencia/torre	Transfer point / tower	TX	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Quemador	Burner	FL	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Quemador elevado	High Burner	FLA	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Quemadores de gas	Gas ring burner	FR	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Reactor	Reactor	R	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
		R	Chemical Process Equipment Selction and Design
		TR	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
		RCTR	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Reactor eléctrico	Electric reactor	XL	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Reactor, Convertidor	Reactor	R	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Rechazador	Rejecter	RC	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Recipiente	Vessel	V	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
		VSSL	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Recipiente de Almacenamiento Presurizado	Pressurized storage	SV	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Recipiente de Proceso Presurizado	Pressurized vessel	V	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Recipiente Enchaquetado	Jacketed Vessel	JVSL	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Recipientes de Almacenamiento a Presurizado	Pressure Storage Vessel	PVSL	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Recolector de polvo	Dust colector	PR	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Rectificador	Rectifier	GN	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Rehervidor	Reboiler	E	Chemical Process Equipment Selction and Design
Rejilla	Luggage rack	SN	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Resistor	Resistor	RE	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Robot	Robot	RB	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Rotámetro	Rotameter	RM	Chemical Process Equipment Selction and Design
Secador	Dryer	DR	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
		DE	Chemical Process Equipment Selction and Design
		D	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Secador aire de instrumentos	Air dryer instruments	SA	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Sello de Eje	Shaft Seal	SS	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Separador	Separator	SP	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
		FG	Chemical Process Equipment Selction and Design
Separador "Ciclón"	Cyclone Separator	CSEP	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Separador centrífugo	Centrifugal separator	EC	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Separador de gases	Gas Separator	TG	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Separador de líquidos	Liquid Separator	TL	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Separador electrostático	Electrostatic separator	FG	Chemical Process Equipment Selction and Design
Separador magnético	Magnetic separator	MS	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Separador mecánico o por gravedad	Mechanical separator	S	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Separador Rotatorio	Rotary Separator	RSEP	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Silenciador	Silencer/Muffer	SI	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Silo	Silo	SL	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
	Bin	BINN	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Sistema de almacenamiento de gas	Gas storage system	GS	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Sistema de ingestión de agua	Water ingestion system	WI	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Sistema de inyección de químicos	Chemical Injection System	CI	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Sistema de osmosis inversa	Reverse osmosis system	RO	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Sistema de Refrigeración	Refrigeration system	G	Chemical Process Equipment Selction and Design
Sistema de supresión de fuego	Fire suppression system	FS	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Solo Aire	Forced Air Exchanger	FAXR	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Soplador	Blower	BL	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
		JB	Chemical Process Equipment Selction and Design
		BS	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
		BLWR	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Supercalentador	Superheater	SH	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Swich eléctrico	Electric swich	SW	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Tablero	Panel	PB	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Tanque	Tank	TK	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Tanque acumulador	Accumulator tank	TA	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Tanque Atmosférico	Atmospheric Tank	ATNK	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Tanque cilíndrico, alimentación de gas	Gas tank	TK	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Tanque de Almacenamiento	Storage tank	T	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso

Equipos		Códigos de los equipos	
Español	Inglés	Nomenclatura	Fuente
Tanque de Cúpula Flotante	Floating Roof Tank	FTNK	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Tanque esférico	Spherical tank	TE	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Tanque horizontal de almacenamiento	Horizontal storage tank	YH	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Tanque mezclador	Mixing tank	TZ	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Tanque subterráneo (cisterna)	Underground tank (tank)	TC	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Tanque vertical de almacenamiento	Vertical storage tank	TV	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Tanque/Deposito	Tank	TT	Chemical Process Equipment Selction and Design
Tanques cárcamos de aireación	Aeration tanks	TAE	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Tolva	Hopper	HO	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
	Chute	B	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
	Weigh Hopper	WHPR	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Tornillo Transportador	Screw Conveyor	SCNV	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Torre	Tower	TW	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
		T	Chemical Process Equipment Selction and Design
Torre de Destilación	Distillation Tower	DTWR	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Torre de enfriamiento	Cooling tower	CT	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
		TE	Chemical Process Equipment Selction and Design
		CT	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
		CTWR	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
		CT	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Trampa de gases	Gas trap	TG	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Trampa de líquidos	liquid trap	TL	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Trampa de vapor	Steam trap	TV	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Transformador	Transformer	N	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
		XFMR	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Transformadores liquido	Transformers Liquid	TL	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Transformadores secos	Dry transformers	TD	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Transmisión	Transmission	GR	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
		TM	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Transmisión Mecánica	Mechanical transmission	O	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Transportador	Conveyor	CV	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
		CNVR	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Transportador de desechos	Waste conveyor	BS	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Transportador neumático	Pneumatic Conveyor	PN	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Transportador/Faja transportadora	Conveyor	C	Chemical Process Equipment Selction and Design
Tratador de cal	Lime tracer	LT	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Tratamiento químico	Chemical treatment	TQ	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
		CR	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
		SR	Chemical Process Equipment Selction and Design
		SR	Chemical Process Equipment Selction and Design
Turbina	Turbine	TURB	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Turbina de Bomba	Pump Turbine	PT	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Turbina de Compresor	Compressor Turbine	KT	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Turbina de gas	Gas turbine	TG	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
		TV	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
		ST	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Turbina de vapor	Steam turbine	MV	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
		GT	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Turbina Generadora	Generating Turbine	GT	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Unidad anionica débil	Weak anionic unit	UAD	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Unidad anionica estratificada	Stratified anionic unit	UAE	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Unidad anionica fuerte	Strong anionic unit	UAF	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Unidad catiónica débil	Weak cationic unit	UCD	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Unidad catiónica fuerte	Strong cationic unit	UCF	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Unidad compresora de condensados	Condensate Compressor Unit	UCC	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Unidad de refrigeración	Cooling unit	UR	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Unidad manejadora de aire	Air handling unit	UMA	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Unidad paquete	Package unit	PK	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Unidad paquete de aire acondicionado	Unit air conditioning package	UP	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Unidad potabilizadora	Water treatment unit	UP	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Unidad pulidora	Polishing unit	UPA	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Unidad recuperadora de calor	Heat recovery unit	HR	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Unidad suavizadora	Softening unit	US	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Unidad suavizadora de agua	Water Softening Unit	US	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Válvula	Valve	VA	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Válvula de control	Control valve	CV	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Válvula de seguridad / Alivio	Safety valve	RV	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Válvulas (Globo, Compuestas, etc.)	Valve	VLVE	ISA-S5.5, Graphic Symbols for Process Display
Vehículo autoguiado	Self-Guided Vehicle	GV	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Ventilador/Soplador	Air exhauster	VE	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
	Blower	BV	Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
	Fan	JJ	Chemical Process Equipment Selction and Design
Vibrador	Vibrator	VB	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos

## ANEXO C: Codificaciones empleadas para Líneas de Proceso y Servicio

Codificaciones de Líneas para Servicios y Proceso	Nomenclatura	Fuente
Aceite combustible	FO	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso Literatura
Aceite de calentamiento	AC	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Aceite de lavado	WO	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Aceite de lubricación	AL	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Aceite de sello	SO	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Aceite hidráulico	HO	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
	AH	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Aceite lubricante	LO	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Aceite recuperado	AR	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Aceite sintético o de sellos	AST	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Ácido	AL	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
	A	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Acido clorhidrico	HCL	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Acido sulfúrico	ASU	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Agente presulfhidrante	PS	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Agua ácida	AW	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
	AA	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Agua amarga	AA	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
	AAM	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Agua clorada	CW	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Agua contra incendio	FW	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
	FW	Literatura
	ACI	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
	FW	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Agua cruda	ACR	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Agua de alimentación para calderas	ACA	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Agua de enfriamiento (Retorno)	AR	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Agua de enfriamiento (Suministro)	AE	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Agua de enfriamiento por inmersión	QW	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Agua de enfriamiento: de una torre de enfriamiento a 30°C regresa <45°C	CW	Literatura
Agua de lavado	XW	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
	AL	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Agua de mar	AM	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
	SW	Applied Process Desing for Chemical and Petrochemical Plants
Agua de mar refrigerada a -45°C regresa<0°C	RB	Literatura
Agua de proceso (Filtrada)	PW	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Agua de reposición	ARP	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Agua de río (River Water)	RW	Applied Process Desing for Chemical and Petrochemical Plants
Agua de río: del río a 25°C regresa <35°C	WR	Literatura
Agua de servicios	AS	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Agua desmineralizada	ADE	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Agua fría (Chilled Water)	CW	Applied Process Desing for Chemical and Petrochemical Plants
Agua ligeramente salada (Brackish Water)	BW	Applied Process Desing for Chemical and Petrochemical Plants
Agua no potable	NW	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Agua para alimentación de caldera	BW	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Agua para corte de coque	GW	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Agua para servicios	UW	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Agua potable	DW	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
	APO	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01

Codificaciones de Líneas para Servicios y Proceso	Nomenclatura	Fuente
Agua pulida	APU	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Agua refrigerada a 5°C regresa <15°C	RW	Literatura
Agua residual con químicos con alto COD	CS	Literatura
Agua residual sanitaria con alto BOD	SS	Literatura
Agua tratada	ATR	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Agua tratada (Desmineralizada)	TW	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Agua tratada (Treated Water)	TW	Applied Process Desing for Chemical and Petrochemical Plants
Aguas de desecho	YW	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Aire (Air)	A	Applied Process Desing for Chemical and Petrochemical Plants
Aire de instrumentos	AI	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Aire de planta	PA	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
	AP	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
	PA	Applied Process Desing for Chemical and Petrochemical Plants
	AP	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Aire para instrumentos	IA	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Aire para soplar	BA	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Amoniaco (Vapor)	BG	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
	BL	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Antiespumante agua de enfriamiento	AE	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Asfalto	ASF	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Azufre	Q	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
	S	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Biocida	BI	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Cabezal de drenaje sanitario	SD	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Calor eléctrico (220,440,660V)	EL	Literatura
Caustico	CL	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
	CG	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Cloro	HL	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
	CL	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
	CH	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Combustible para helicópteros	CH	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Combustóleo	CO	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Condensado a baja presión	LC	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Condensado a presión media	MC	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Condensado alta presión	CA	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Condensado baja presión	CB	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Condensado caliente	CC	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Condensado de alta Presión	CA	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Condensado de baja Presión	CB	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Condensado de media Presión	CM	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Condensado media presión	CM	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Condensados amargos	CAM	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Condensados de alta presión	HC	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Condensate (pressure may be indicated)	C	Applied Process Desing for Chemical and Petrochemical Plants
Conexión de servicios	CS	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Crudo estabilizado	CE	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Desagüe de alcantarilla o de pozo (Drain to sewer or pit)	D	Applied Process Desing for Chemical and Petrochemical Plants
Desemulsificante, desfogue seco drenaje sanitario	DS	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Desfogue	D	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01

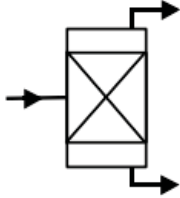

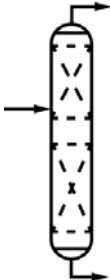
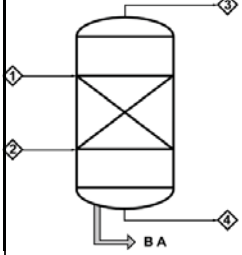
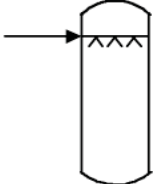
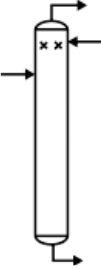
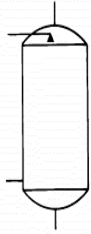

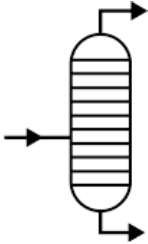
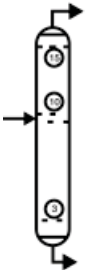
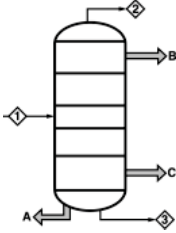

Codificaciones de Líneas para Servicios y Proceso	Nomenclatura	Fuente
Desfogue ácido	DC	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
	DA	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Desfogue alta presión	DAP	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Desfogue baja presión	DBP	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Desfogue de alta	DA	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Desfogue de baja	DB	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Desfogue húmedo	DH	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Desfogue o vacío (Vent or Vacuum)	V	Applied Process Desing for Chemical and Petrochemical Plants
Diésel	DIE	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Dietanolamina	DEA	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
	DEA	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Dietilenglicol	DEG	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Drenaje abierto aceitoso	DAA	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Drenaje aceitoso	OD	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
	DD	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Drenaje amina	DDEA	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Drenaje cerrado	DC	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Drenaje de agua	DW	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Drenaje de gua aceitosa	TD	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Drenaje de carbonatos	KD	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Drenaje de etanol/amina	ED	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Drenaje de líquidos al quemador	LD	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Drenaje de transferencia	DT	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Drenaje del sistema de desfogue	DL	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Drenaje para ácidos	AD	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Drenaje para productos contaminados	ND	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Drenaje para productos químicos/contaminados	CD	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Drenaje pluvial	DP	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
		Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Drenaje pluvial contaminado	DPC	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Drenaje químico	DQ	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Drenaje sanitario	DS	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Etano plus	E	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Etanolamina Liquida	EL	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Etilenglicol	EG	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Gas ácido	GA	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Gas amargo	GAM	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Gas buffer	GB	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Gas Combustible	FG	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
	FG	Literatura
	GC	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
	GCO	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Gas con azufre	SG	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Gas de arranque, gas seco	GS	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Gas de escape	EG	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Gas de instrumentos	G	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Gas dulce	GD	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Gas Inerte	GI	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Gas inerte o nitrógeno	GI	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Gas licuado de petróleo (propanobutano)	LPG	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Gas natural	GG	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
	NG	Literatura

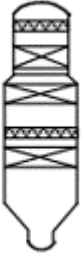
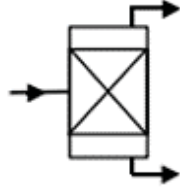
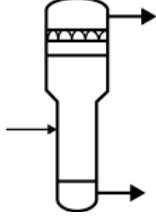
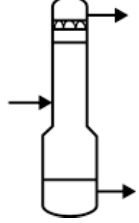

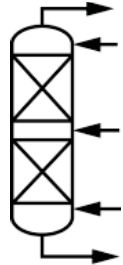
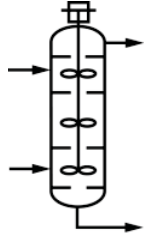




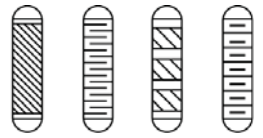


Codificaciones de Líneas para Servicios y Proceso	Nomenclatura	Fuente
Gas o gasolina natural	GN	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Gasolina	GAS	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Glicol	GL	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Hidrazina	HN	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Hidrogeno	HG	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Inhibidor de corrosión	IC	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Inyección química	IL	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Kerosina	KE	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Línea de proceso	P	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Líquido de refrigeración (Freón)	F	Applied Process Desing for Chemical and Petrochemical Plants
Lodos	L	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Quemador elevado	NF	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Quemador elevado de alta presión	HF	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Quemador elevado de baja presión	LF	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Quemador elevado de sulfuro de hidrógeno	XF	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Quemador elevado húmedo	WF	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Medio de transferencia de calor (orgánico) a400°C	HTM	Literatura
Metano (Methane)	M	Applied Process Desing for Chemical and Petrochemical Plants
Metanol	ML	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Nitrógeno	NG	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Polietileno	PE	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Polipropileno	PPP	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Proceso	P	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Productos químicos	PQ	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Propano o propileno refrigerante	PR	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Propileno	PP	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Purga	BB	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
	PR	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Purga continua	CB	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Refrigerante	NR	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Relevo	RE	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Residuo de vacío	RV	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Residuos	SB	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Retorno de Agua Caliente	IW	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Retorno de agua de enfriamiento	RW	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
	RAE	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Salmuera	SA	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Solución química apagafuegos	FL	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Sosa cáustica	SC	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Solución carbonatada	KL	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Suministro de agua caliente	HW	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Suministro de agua de enfriamiento	SW	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
	SAE	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
	TEA	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Trietanolamina	TEA	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01

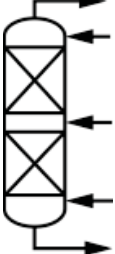
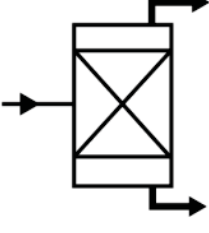

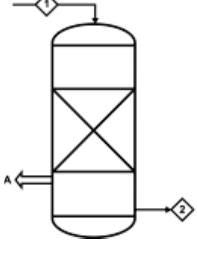
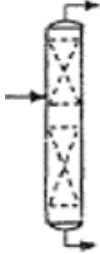
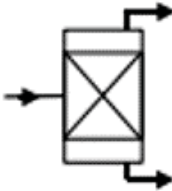

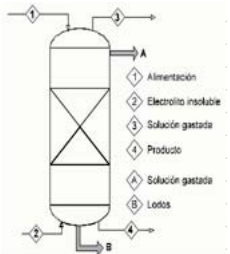
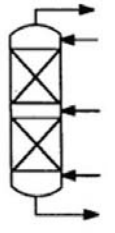
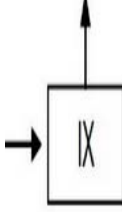
Codificaciones de Líneas para Servicios y Proceso	Nomenclatura	Fuente
Trietilenglicol	TEG	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Turbosina	TUR	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Válvula de seguridad a la atmósfera	SV	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Vapor a 150 psi (150 psi Steam)	S150	Applied Process Desing for Chemical and Petrochemical Plants
Vapor a 400 psi (400 psi Steam)	S400	Applied Process Desing for Chemical and Petrochemical Plants
Vapor de alta presión	HS	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
	VA	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
	VA	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Vapor de alta presión (40-50 barg)	HPS	Literatura
Vapor de baja presión	LS	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
	VB	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
	VB	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Vapor de baja presión (3-5 barg)	LPS	Literatura
Vapor de baja presión (Low Pressure Steam)	S	Applied Process Desing for Chemical and Petrochemical Plants
Vapor de dilución	DS	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Vapor de media presión	MS	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
	VM	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Vapor de mediana presión (10-15 barg)	MPS	Literatura
Vapor de media presión	VM	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Venteo	V	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Venteo a la atmosfera	ATM	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
Venteo a la atmosfera (no desde SV)	AV	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso

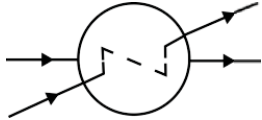
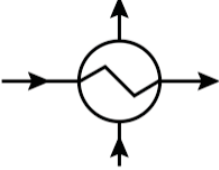
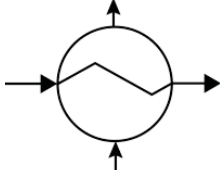
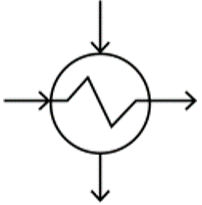
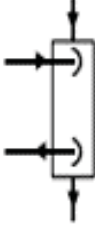
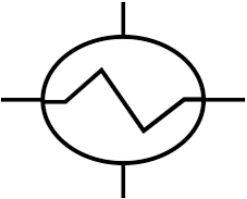
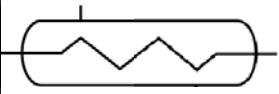
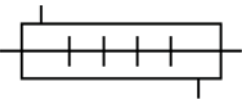
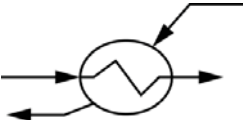
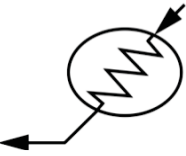
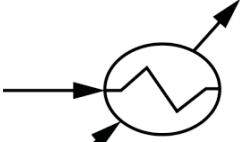
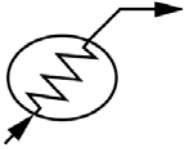
## ANEXO D: Simbología de los equipos

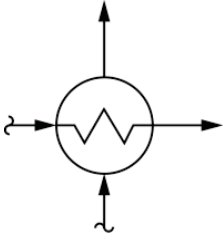
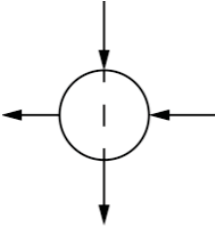
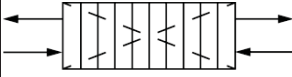
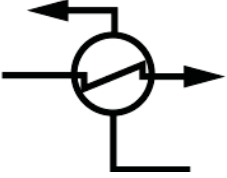
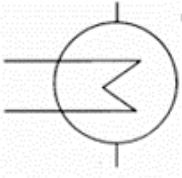

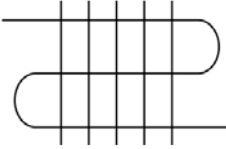
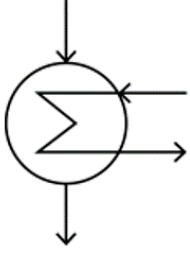
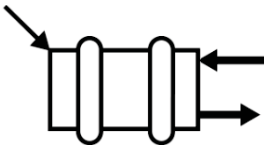
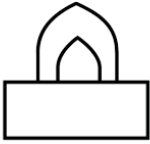
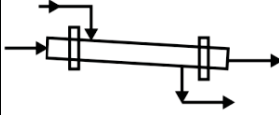
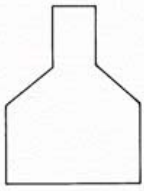
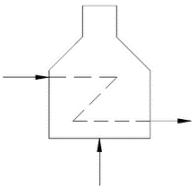
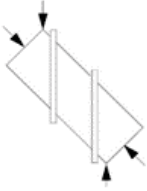
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Torre de Absorción	Absortion Column or Tower	DA	AB
Simbología			
PEP	ASME Y32.11	APD	INECC
			
Columna Empacada	Columna Empacada	Columna Empacada	Columna Empacada
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Torre o Columna de Lavado	Scrubber	SK	SCBR
Simbología			
PEP	APD	ISA S5.5	CPESD
			
Spray	Spray	Spray	Spray
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Destilación	Distillation	DF	DTWR
Simbología			
PEP	APD	INECC	ISA-S5.5-1985
			
Platos	Platos	Platos	

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Destilación	Distillation	DF	DTWR
Simbología			
PEP	PEP	PEP	PEP
			
Vacio	Fraccionadora	Sección superior de diámetro mayor	Sección inferior de diámetro mayor
CPESD	CPESD	CPESD	ASME Y32.11
			
Platos	Empacada	Multietapas con agitación	Empacada
ASME Y32.11	ASME Y32.11	ASME Y32.11	APD
			
Platos	Seccionada	Disco y Dona	

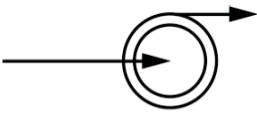

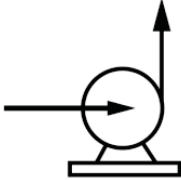

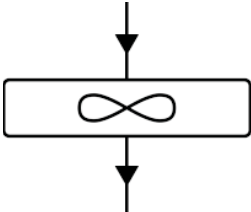

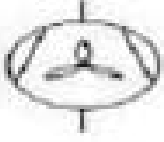

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Extracción	Extraction	C	T
Simbología			
PEP	ASME Y32.11	CPESD	INECC
Columna Empacada	Columna Empacada	Columna Empacada	Columna Empacada
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Lixiviación	Leaching	C	T
Simbología			
****	****	****	****
Extractor bollman continuo	Baterias de precoladores	Precolador continuo roto-cel o Extractor Carrusel	Precolador de carga "por Lote"
****	****	****	****
Extractor Pot "Discontinuo"	Extractor Rotatorio "Discontinuo"	Extractor Bonotto "Continuo"	Extractor horizontal "Continuo"
****	****	****	****
Extractor Lurgi "Continuo"	Extractor por Contacto Simple	Extractor Kennedy "Continuo"	Extractor DeSmet "Continuo"

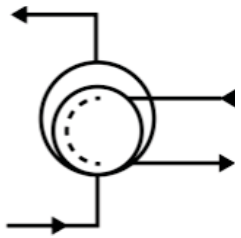
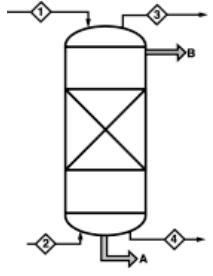
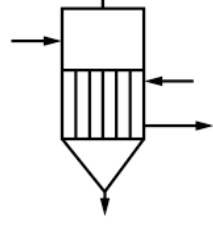
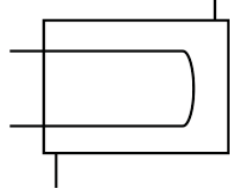
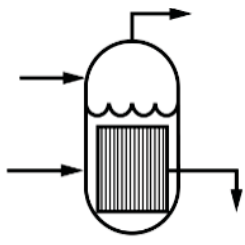
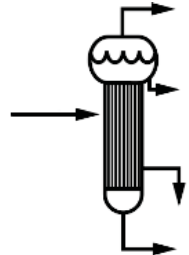
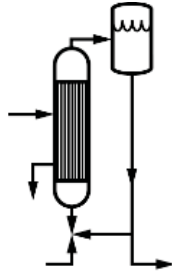
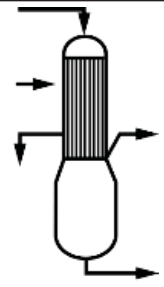
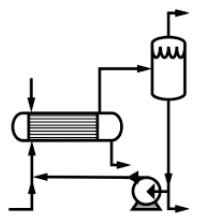
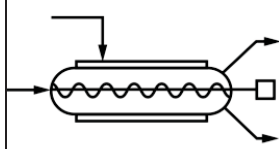
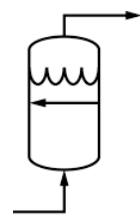
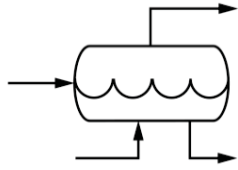

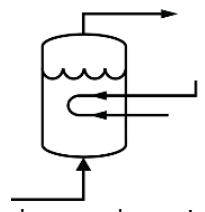
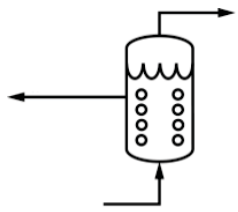
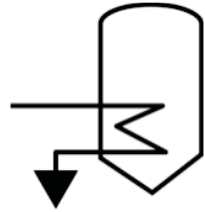
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Adsorción	Adsorption	AD	AD
Simbología			
CPSD	PEP	ASME Y32.11	INECC
			
Empacada	Empacada	Empacada	Empacada
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Intercambio Iónico	Ionic Exchanger	IA/IC	IM/IX
Simbología			
APD	PEP	ASME Y32.11	INECC
			
Columna Empacada	Columna Empacada	Columna Empacada	Columna Empacada
CPSD	OTROS		
			
Columna Empacada			

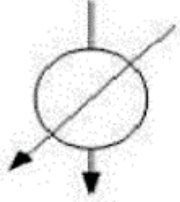
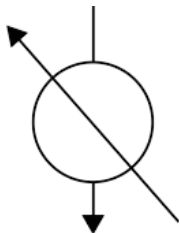
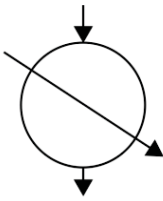
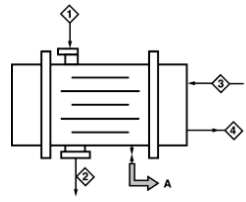
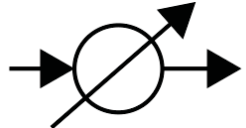
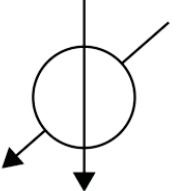

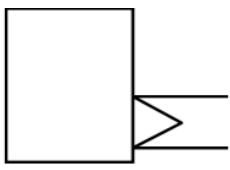
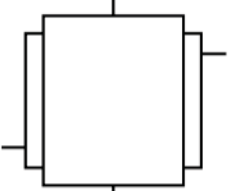
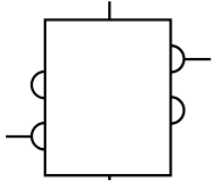
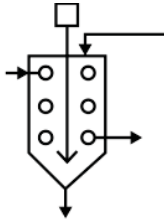
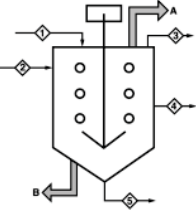
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Intercambiador De Calor	Heat exchanger	EA	E
Simbología			
PEP	ASME Y32.11	APD	ISO10628
			
Coraza y Tubos	Coraza y Tubos	Coraza y Tubos	Coraza y Tubos
PEP	ISO 10628	ISO 10628	ISO 10628
			
Tubos concéntricos "Simple"	Coraza y Tubos	Serpentín	Aletado
UTCJ	UTCJ	UTCJ	UTCJ
			
"Fluido de proceso lado de los tubos contraflujo"	"Fluido de proceso del lado de la carcasa contraflujo"	"Fluido de proceso del lado de los tubos flujo paralelo"	Fluido de proceso del lado de la carcasa flujo paralelo"

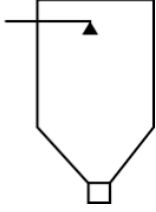
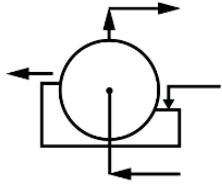
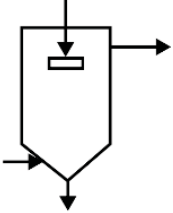
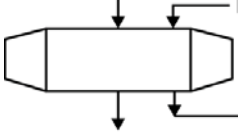
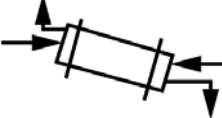
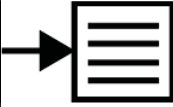
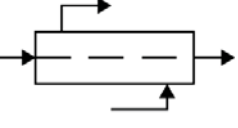
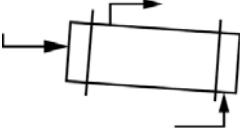
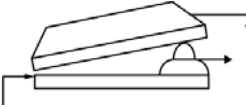
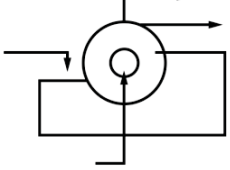
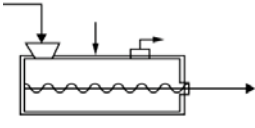
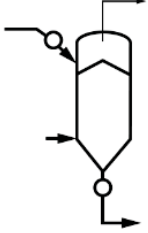
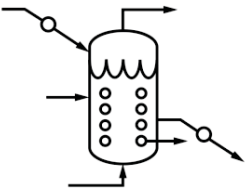
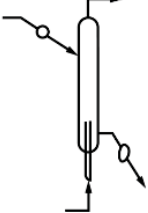
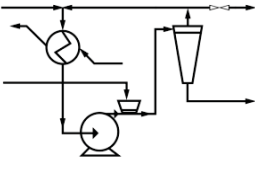
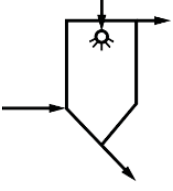
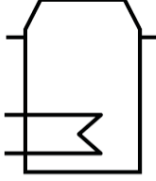
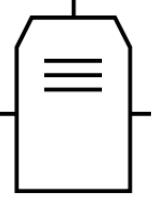
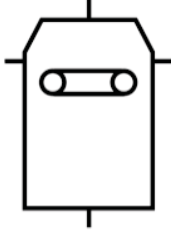
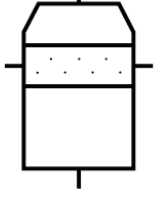
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Intercambiador De Calor	Heat exchanger	EA	E
Simbología			
PDVSA	PDVSA	PDVSA	CPESD
			
Coraza y Tubos ISA-S5.5-1985	Tubos concéntricos ISA-S5.5-1985	Placas ISA-S5.5-1985	Coraza y Tubos ISO10628
			
Coraza y Tubos	Coraza y Tubos	Aletado	Coraza y Tubos
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Horno	Furnace	FN	B
Simbología			
PEP	ISO 10628	APD	ISA-S5.5-1985
			
		Rotatorio	
PDVSA	PDVSA		
			
	Rotativo		

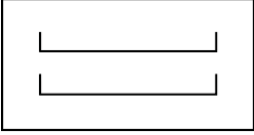
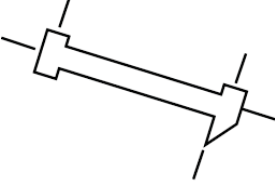
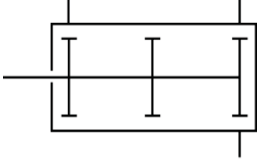
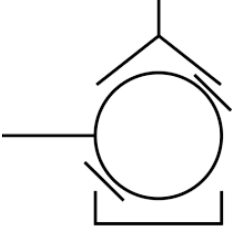
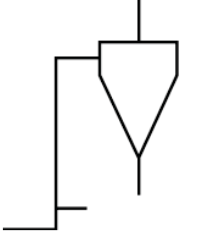
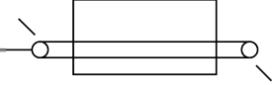
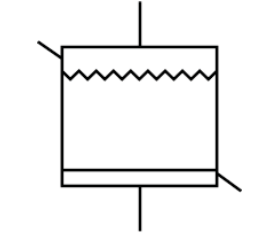
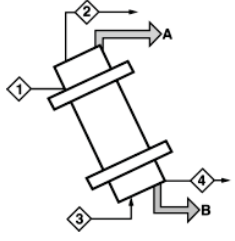

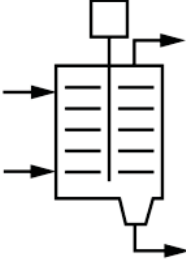
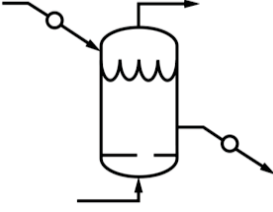
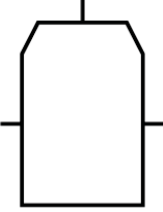
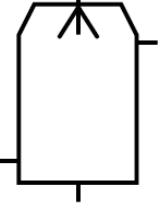
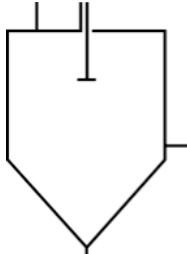
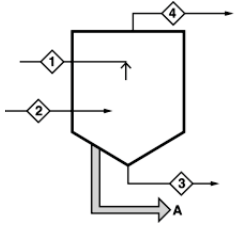


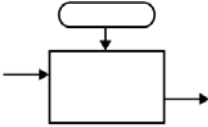
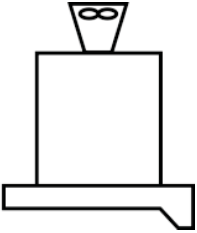
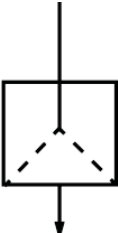
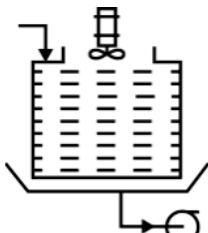
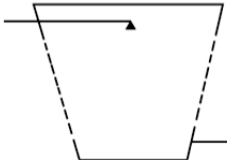
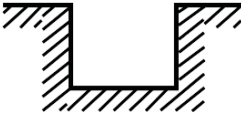
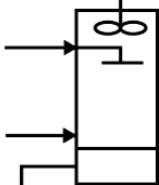


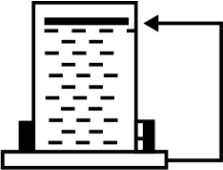
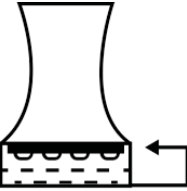
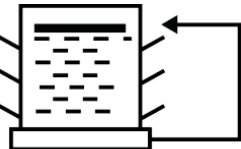
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Enfriadores por Aire, Soloaire	Forced Air Exchanger, Fan	JJ	FAXR
Simbología			
ASME Y32.11	ISA-S5.5-1985	APD	ISA-S5.5-1985
			
Soloaire Centrifugo			Enfriador por Aire
PEP	CPESD	UTCJ	PDVSA
			
	Tubos Aletados		Enfriador por Aire

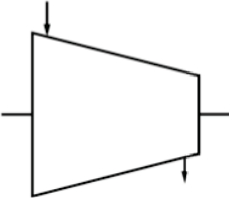
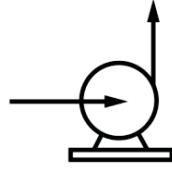
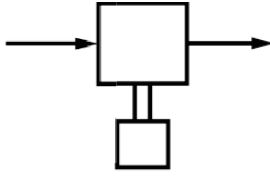
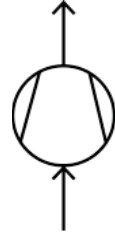
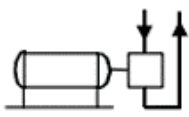
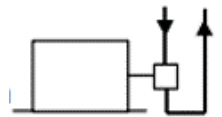
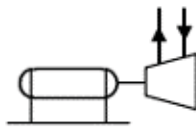
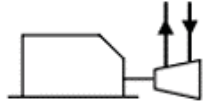
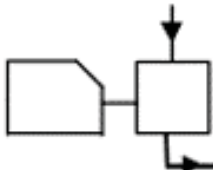
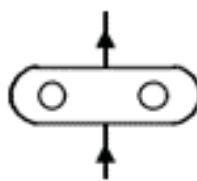
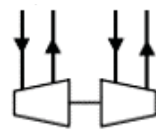
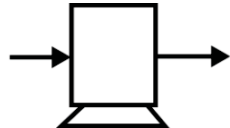
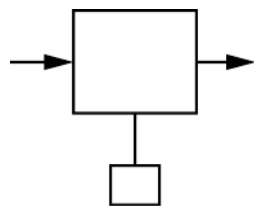
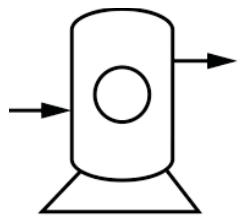
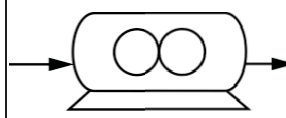
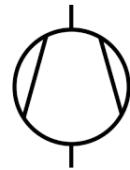
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Evaporador	Evaporator	EV	EVPR
Simbología			
PEP	INECC	APD	ISA-S5.5-1985
		 Un Solo Efecto	
UTCJ	UTCJ	UTCJ	UTCJ
 Tipo Calandria	 Tubos	 Con Recirculación	 Tipo Pelicula
UTCJ	UTCJ	UTCJ	UTCJ
 Horizontal con Circulacion forzada	 Pelicula con agitacion	 Enchaquetado Vertical	 Enchaquetado Horizontal
UTCJ	UTCJ	UTCJ	CPESD
 Enchaquetado con medio de calentamiento	 Enchaquetado vertical con medio de calentamiento	 Enchaquetado con Serpentin sumergido	

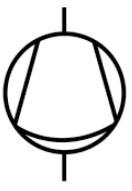
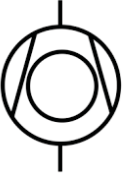
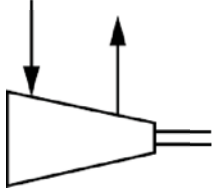
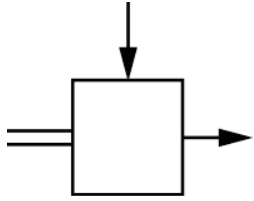
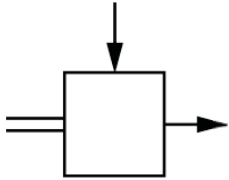

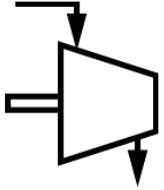
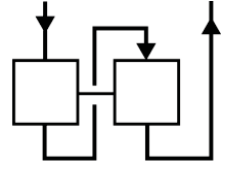

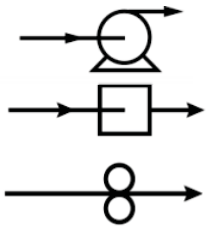
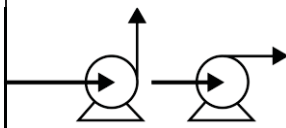
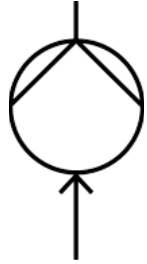
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Condensador	Condenser	CC	E
Simbología			
UTCJ	ASME Y32.11	APD	INECC
 Flujo de proceso lada carcaza			
CPESD	UTCJ		
	 Flujo de proceso lado Tubos		
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Acumulador De Calor	Storage Heat	VE	SH
Simbología			
PEP	ISO 10628	ISO 10628	ISO 10628
	 Eléctrico		 Media bobina
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Cristalizador	Crystallizer	CZ	K
Simbología			
APD	INECC		
			

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Secador	Dryer (thermal)	DR	DE
Simbología			
ISA-S5.5-1985	APD	APD	APD
			
Torre de Secado o Spray CPESD	Flaker o de Tambor CPESD	Torre de Secado o Spray UTCJ	Rotatorio UTCJ
			
Rotatorio UTCJ	Bandeja UTCJ	Tunel UTCJ	Rotativo UTCJ
			
Vibratorio UTCJ	Tambor UTCJ	Tornillo UTCJ	Gravedad UTCJ
			
Indirecto ISO 10628	Camara fluida ISO 10628	Sistema de Secado ISO 10628	Torre de Secado o Spray ISO 10628
			
Secador con conexión de calefacción	Camara o Gabinete		Lecho fluido o fluidizado

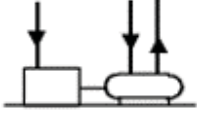
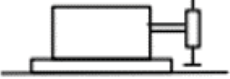


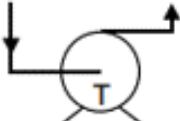
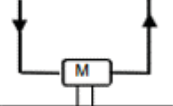
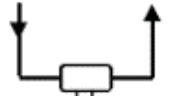
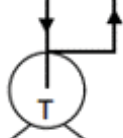
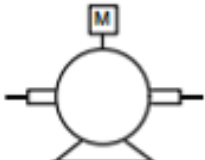
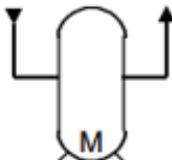

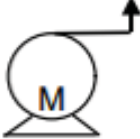
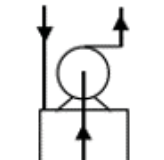
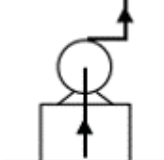
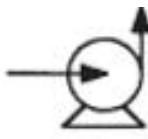
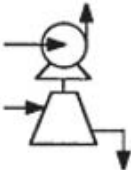
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Secador	Dryer (thermal)	DR	DE
Simbología			
PDVSA	PDVSA	PDVSA	PDVSA
			
Platos por Lotes PDVSA	Rotativo PDVSA	Carga agitada PDVSA	Tambor INECC
			
Instantaneo ASME Y32.11	Banda o Correa UTCJ	Lecho fluido o Fluidizado UTCJ	ISO 10628
			
Rotativo o Flaker ISO 10628	Torre PDVSA	Directo INECC	
			
Pulverización	Spray		

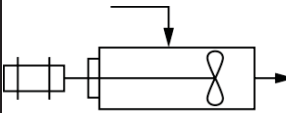
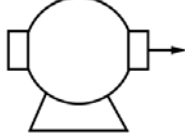
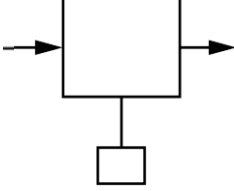
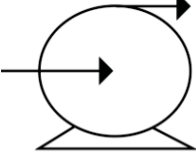


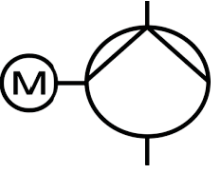
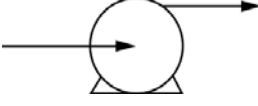
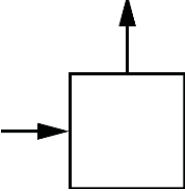
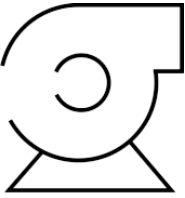

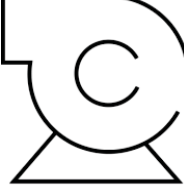
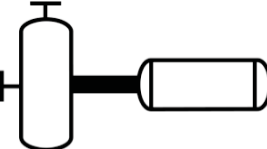
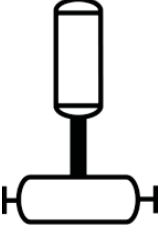
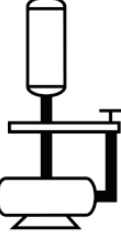
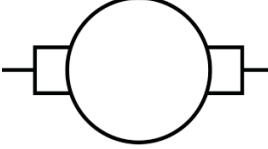
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Liofilización	Freeze drying	LI	FD
Simbología			
UTCJ			
			
Unidad de refrigeración			
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Torre de Enfriamiento	Cooling Tower	TE	CTWR, CT
Simbología			
PEP	ASME Y32.11	UTCJ	ISA-S5.5-1985
			
Celda de Torre de Enfriamiento	Torre de Enfriamiento	Torre de Enfriamiento	Torre de Enfriamiento
PEP	CPESD	PDVSA	VISIO
			
Fosa o depósito	Torre de Enfriamiento "Tiro forzado"	Laguna	Torre de Enfriamiento "Tiro Inducido"
VISIO	VISIO	VISIO	
			
Torre de Enfriamiento "Tiro Forzado"	Torre de Enfriamiento "Tipo Chimenea"	Torre de Enfriamiento "Tiro Natural"	


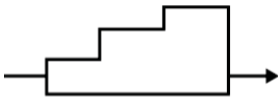
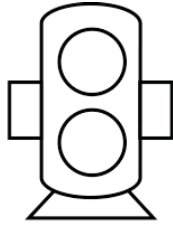

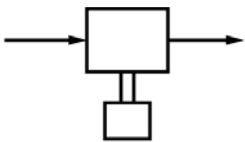
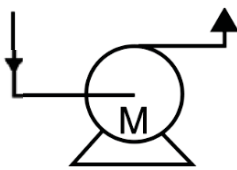
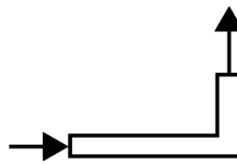
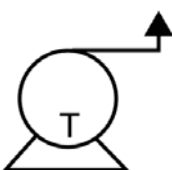
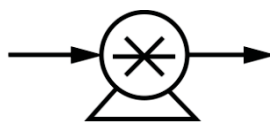

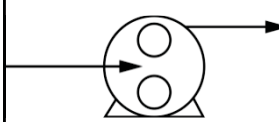
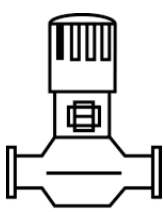
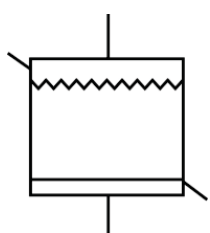
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Compresor	Compressor	C	CMPR, JC
Simbología			
ISA-S5.5-1985	APD	APD	ISO10628
			
PEP	Centrífugo PEP	Reciprocante PEP	PEP
			
Reciprocante de efecto simple con motor eléctrico PEP	Reciprocante de efecto simple con motor de combustión interna PEP	Centrífugo con motor eléctrico (un paso) PEP	Centrífugo con turbina de vapor CPESD
			
Reciprocante con turbina UTCJ	Rotatorio UTCJ	Expansor con compresor centrífugo UTCJ	Reciprocante ISO 10628
			
Reciprocante	Centrífugo	Rotativo	

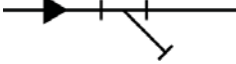
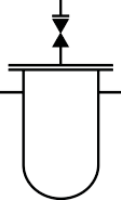
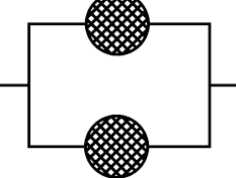
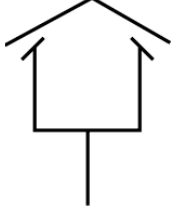
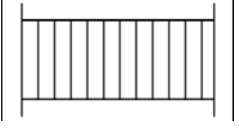
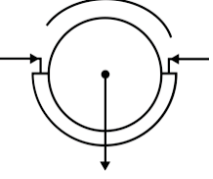
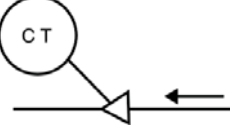
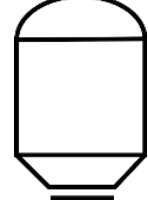
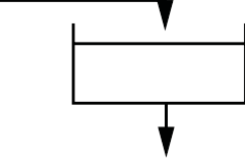
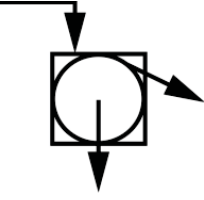
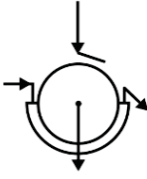
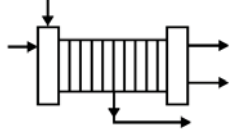


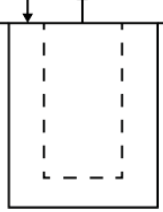
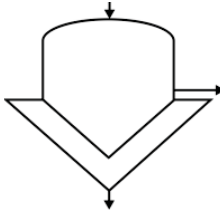
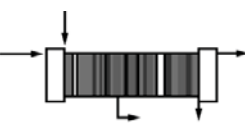
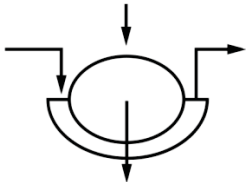
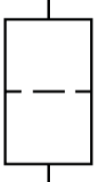
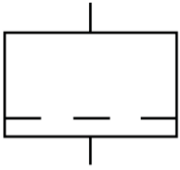
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Compresor	Compressor	C	CMPR, JC
Simbología			
ISO 10628	ISO 10628	PDVSA	PDVSA
			
Diafragma PDVSA	Turbo ISO 10628	Centrífugos CPESD	Reciprocantes de un etapa PEP
			
Reciprocantes de múltiples etapas	Pistón	Centrífugo	Reciprocante de Dos Pasos
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Bomba	Pump	P	P, J
Simbología			
ISA-S5.5-1985	ASME Y32.11	APD	ISO10628
			
	centrífuga, recíprocante y rotativa		

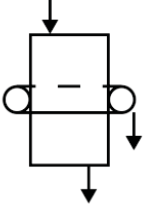
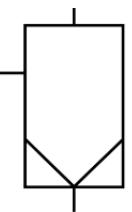
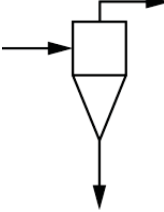
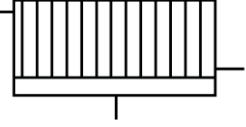
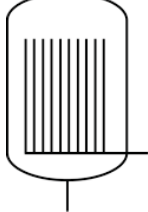
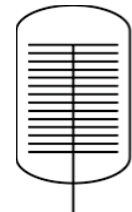
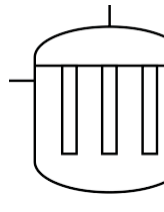

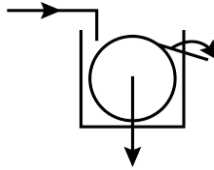
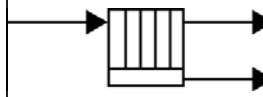
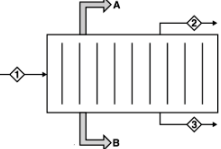
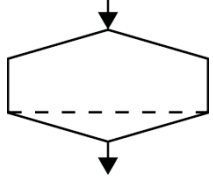
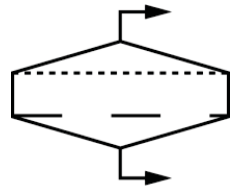
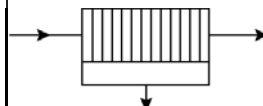
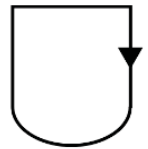
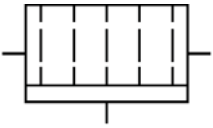
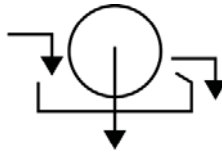
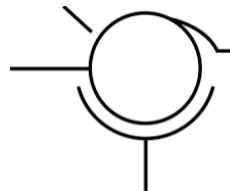
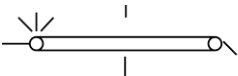


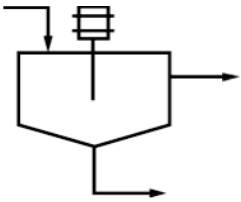
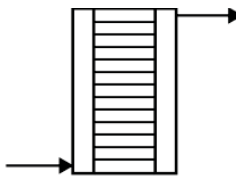
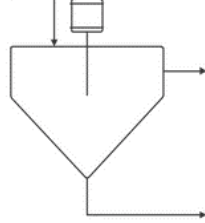
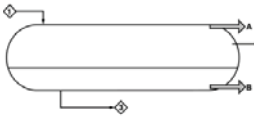
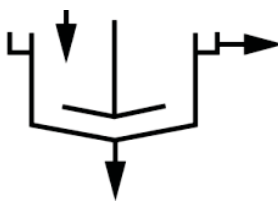
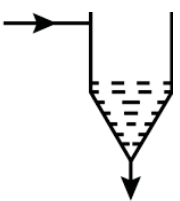
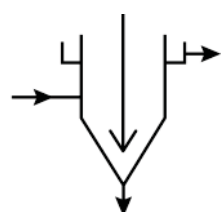
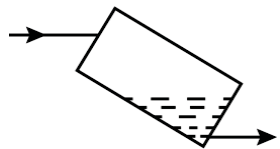
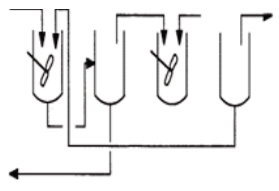

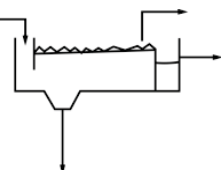
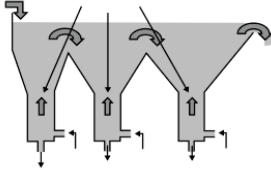
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Bomba	Pump	P	P, J
Simbología			
PEP	PEP	PEP	PEP
 Centrífuga pasos múltiples con motor de combustión interna	 Diafragma o de pistón	 Canned	 Tornillo
PEP	PEP	PEP	PEP
 Centrífuga horizontal con turbina	 Reciprocante con motor eléctrico	 Reciprocante de vapor	 Centrífuga vertical con turbina
PEP	PEP	PEP	PEP
 Vacío	 Rotatoria con motor eléctrico	 Rotatoria con turbina	 Pozo centrífuga vertical con motor eléctrico
PEP	PEP	CPESD	CPESD
 Sumergida con motor eléctrico "no corrosivo"	 Sumergida con motor eléctrico "corrosivo"	 Centrífuga	 Centrífuga con turbina

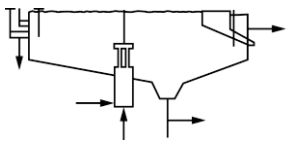
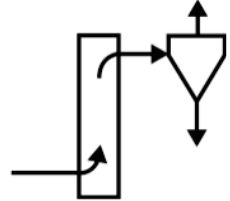
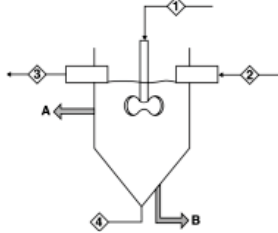
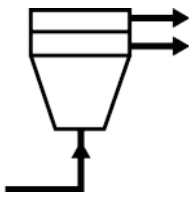
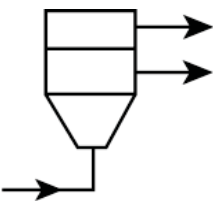
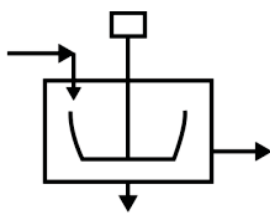
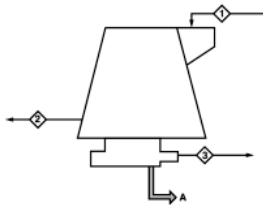
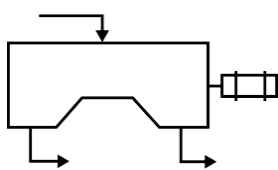
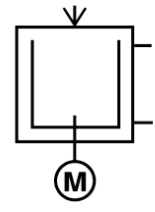
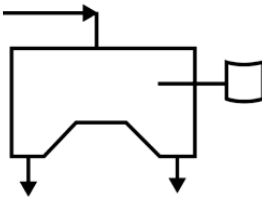
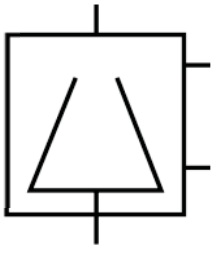
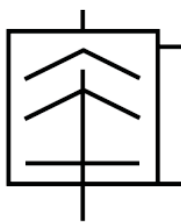
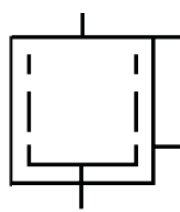
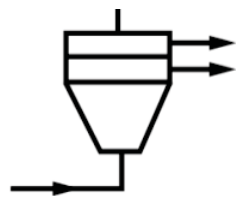
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Bomba	Pump	P	P, J
Simbología			
UTCJ	UTCJ	UTCJ	UTCJ
			
Flujo axial ISO 10628	Rotativa ISO 10628	Reciprocante ISO 10628	Centrífuga PDVSA
			
Centrífuga PDVSA	Tornillo VISIO	Embolo con motor eléctrico VISIO	Centrífuga VISIO
			
Reciprocantes VISIO	Centrífuga VISIO	Centrífuga 2 VISIO	Centrífuga 3 VISIO
			
Horizontal	Vertical	Pozo	Vacío

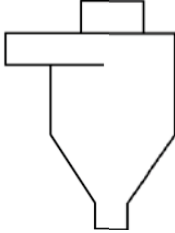
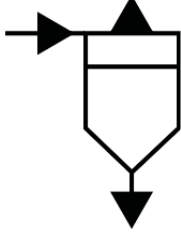
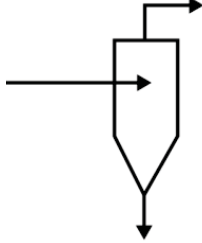
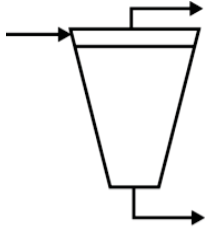
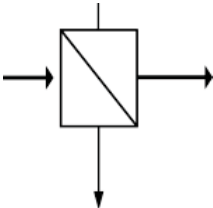
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Bomba	Pump	P	P, J
Simbología			
VISIO	VISIO	VISIO	VISIO
			
Tornillo APD	Desplazamiento positivo PEP	Engrane PEP	Tornillo 2 PEP
			
Reciprocante CPESD	Centrífuga horizontal con motor eléctrico ISO 10628	Dosificadora PDVSA	Centrífuga vertical con turbina de pozo VISIO
			
Rotatoria		Rotativas	Vertical
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Fluidización, Transporte Neumático e Hidráulico	Fluidization e Hydraulic Transport	LF	HF
Simbología			
PDVSA			
			
Lecho fluidizado			

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Filtro	Filter	F	P
<b>Simbología</b>			
PEP	PEP	PEP	PEP
			
Tipo "y"	Tipo "canasta"	Tipo "duplex"	Tipo "toma de aire"
PEP	PEP	PEP	PEP
			
Tipo "prensa"	Tipo "Rotatorio continuo abierto o cerrado"	Tipo "conico"	Tipo "por precolacion arcilla o grava"
CPESD	CPESD	APD	APD
			
Filtro de arena	Rotatorio de vacío	Continuo rotatorio	Platos y Empacado
APD	APD	ISA-S5.5-1985	ISA-S5.5-1985
			
Canasta	Entrada de aire	Líquidos	Vacío
UTCJ	UTCJ	ISO10628	ISO10628
			
Placas	Continuo		

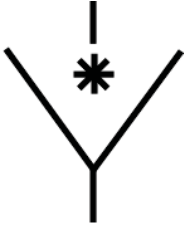
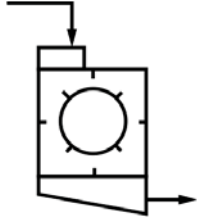
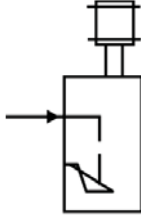
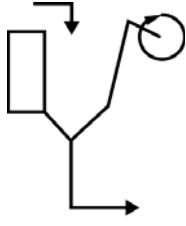

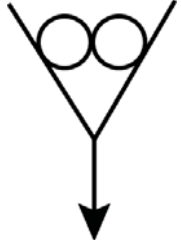
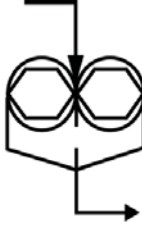
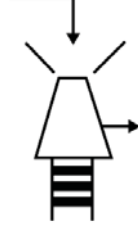
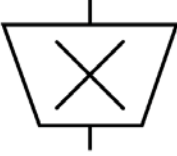
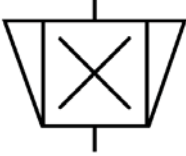
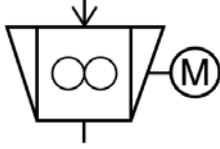
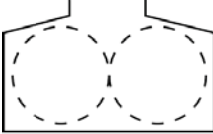
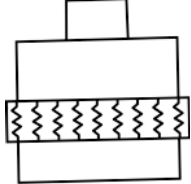
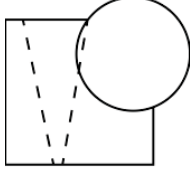
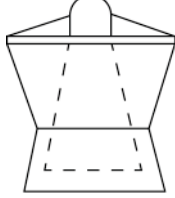
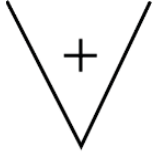

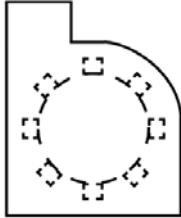
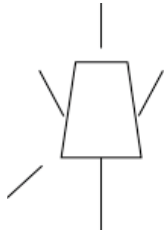
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Filtro	Filter	F	P
Simbología			
ISO10628	ISO10628	PDVSA	PDVSA
			
	Gas	Ciclón	Prensa
PDVSA	PDVSA	PDVSA	
			
Presión de platos verticales	Presión de platos horizontales	Cartucho	
PEP	ASME Y32.11	CPESD	INECC
			
Tipo "simplex"	Rotatorio de vacío	Platos y Empacado	
APD	UTCJ	ASME Y32.11	UTCJ
			
Plato	Arena	Prensa	Cartucho
ISO10628	ISO10628	PDVSA	PDVSA
			
Prensa	Tambor rotativo	Rotativo	Rotativo de correa

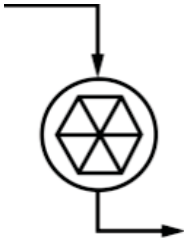

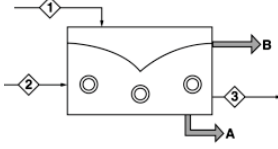
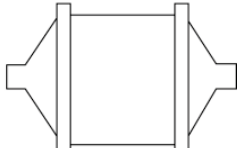
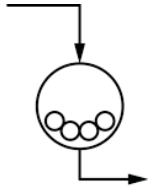
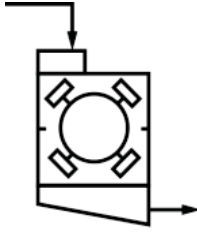
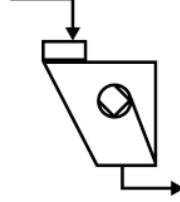
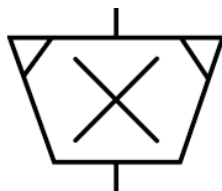
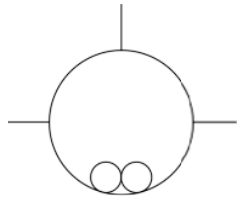

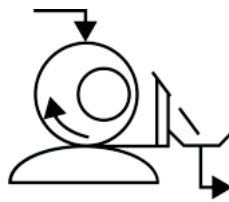
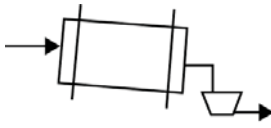
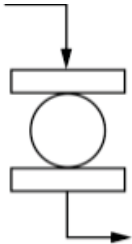
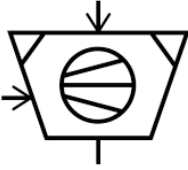
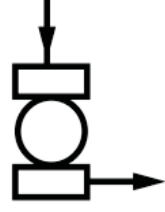
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Sedimentación	Clarifier/Setling	TAE	C
Simbología			
UTCJ	ASME Y32.11	VISIO	INECC
			
Sedimentador	Precipitador Eléctrico	Sedimentador	Sedimentador
CPESD	ASME Y32.11	ASME Y32.11	ASME Y32.11
			
Sedimentador con rastra	Sedimentador	Sedimentador con rastra	Sedimentador
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Clasificación Hidráulica	Hydraulic Classification o Hydraulic Sorter	CH	HC
Simbología			
CPESD	ISO 10628	PDVSA	****
			
Sistema de Clasificación	Clasificador	Separador API	

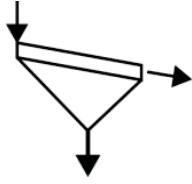
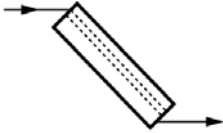
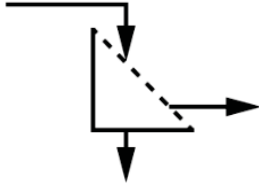
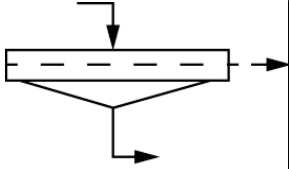
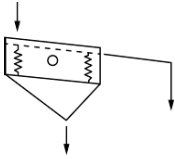
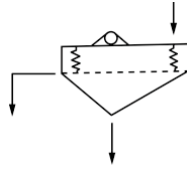
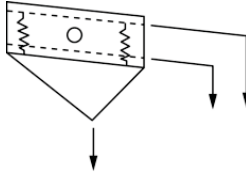
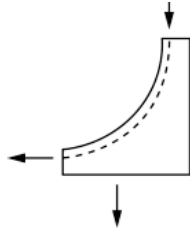

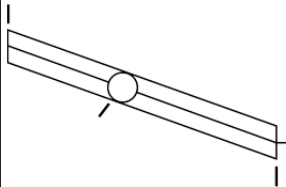
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Flotación	Floatation	DAF	DAF
Simbología			
PDVSA	ASME Y32.11	INCC	
			
Proceso de flotación de aire disuelto (DAF)	Air Lift		
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Centrifuga	Centrifuge	CG	FF
Simbología			
PEP	ASME Y32.11	APD	INCC
			
Centrifugadora UTCJ	Centrifugadora ISO 10628	Centrifugadora por Lotes	Centrifugadora ISO 10628
			
Centrifuga ISO 10628	Centrifuga con sobrecubierta completa ISO 10628	Centrifugadora Continua CPESD	Centrifuga
			
Centrifuga-separador con placas	Centrifuga con sobrecubierta	Centrifuga	


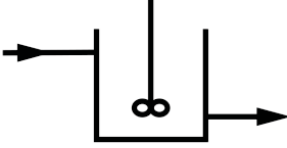
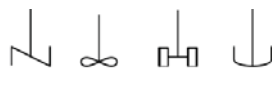
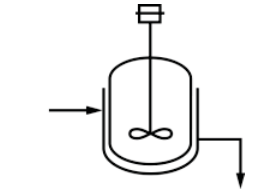
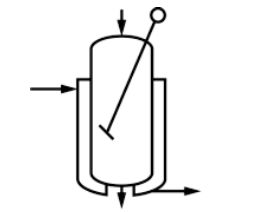
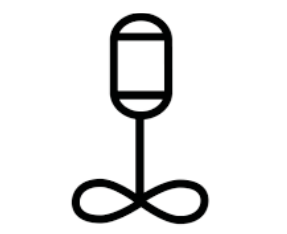
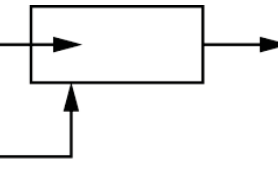
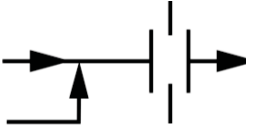
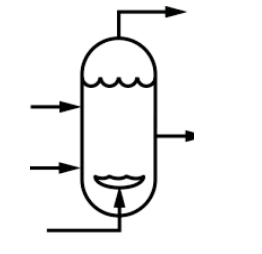
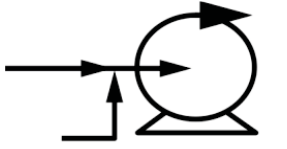
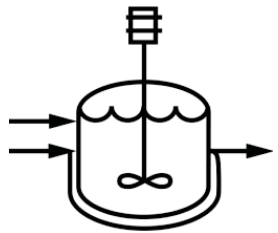
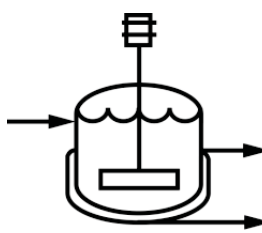

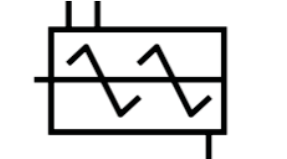
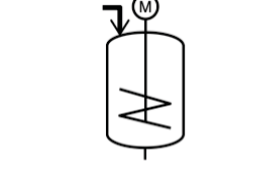
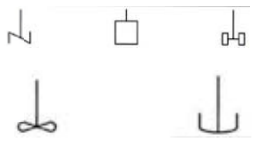
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Ciclon	Cyclone	****	FG
Simbología			
ISA-S5.5-1985	Walas	APD	UTCJ
			
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Ósmosis Inversa	Reverse Osmosis	RO	RO
Simbología			
****			
			

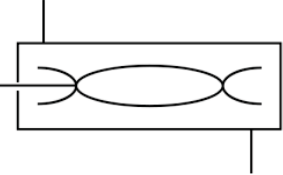
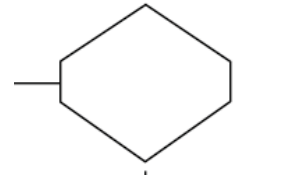
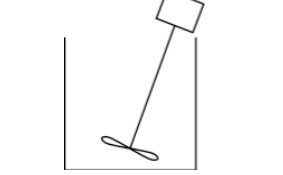
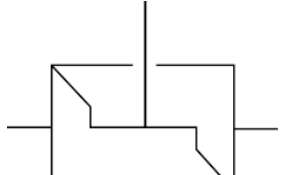
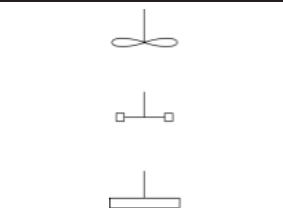
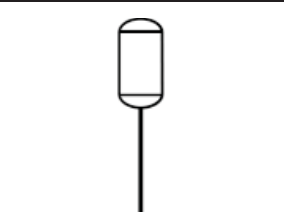
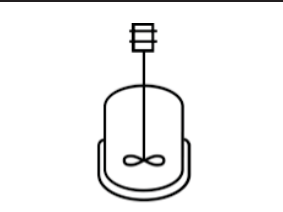
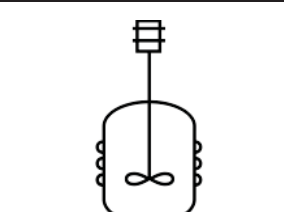
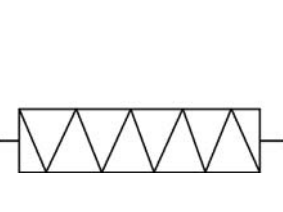
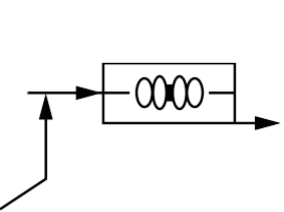
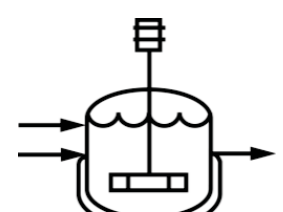
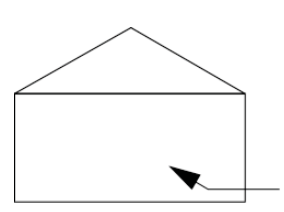


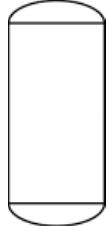
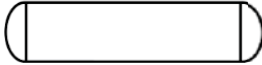
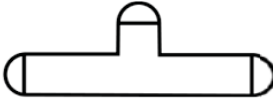
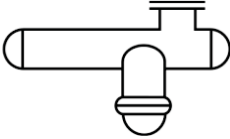
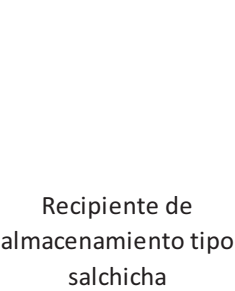
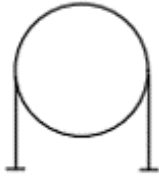
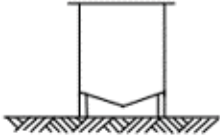
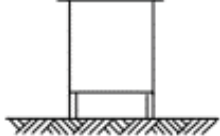
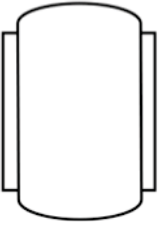
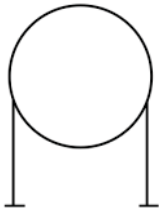
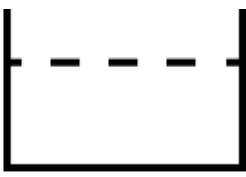
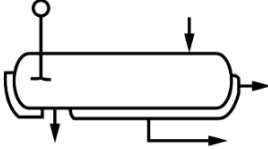
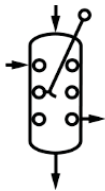
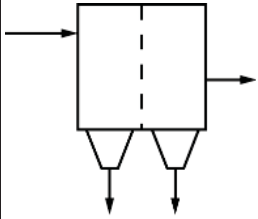
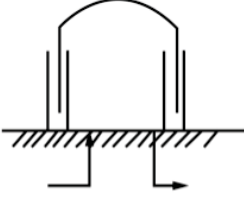
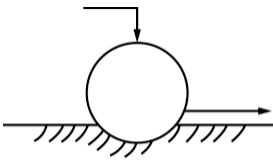
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Triturador	Crusher	CR	SR
Simbología			
CPSD	UTCJ	UTCJ	UTCJ
			
Trituradora	Trituradora de impacto (martillo)	Prensa	Trituradora de quijada
CPSD	ASME Y32.11	UTCJ	UTCJ
			
Trituradora de rodillo	Trituradora de rodillo	Prensa tipo rodillo	Trituradora giratoria
ISO 10628	ISO 10628	ISO 10628	PDVSA
			
PDVSA	PDVSA	Trituradora de rodillos con motor PDVSA	Trituradora de rodillo VISIO
			
Trituradora de cono	Trituradora de mandibula	Triturador giratorio	
UTCJ	PDVSA	PDVSA	
			
Trituradora de rodillo	Trituradora de martillo		

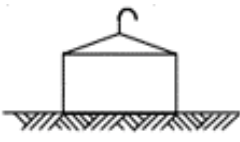
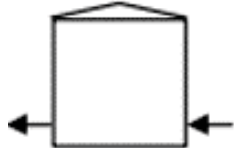
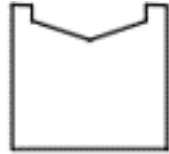


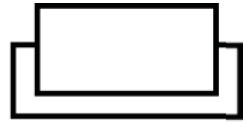
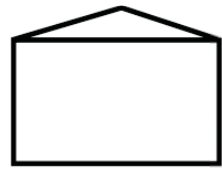
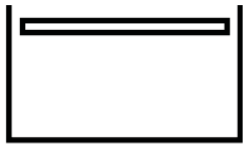
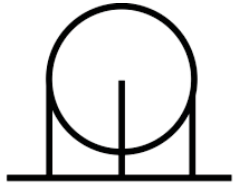
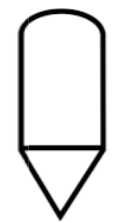
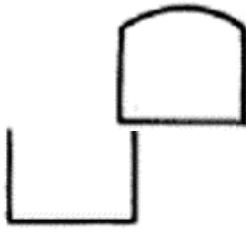

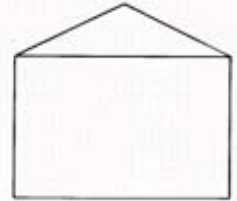
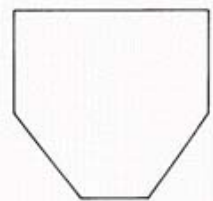

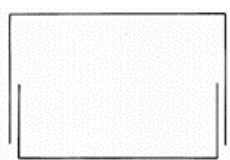
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Molienda	Mill	MO	MILL
Simbología			
UTCJ	ASME Y32.11	INCC	ISA-S5.5-1985
			
Molino de disco	Molino de bolas		
UTCJ	UTCJ	UTCJ	ISO 10628
			
Molino de barras o bolas	Molino de martillos	Cortadora (chipeadora)	Molino
PDVSA	CPESD	UTCJ	UTCJ
			
Molino de rodillo	Pebble o Molino de rodillo	Molino-pelets	Molino de barras o bolas
UTCJ	ISO 10628	ASME Y32.11	
			
Molino de rodos	Molino de chorro de gas	Molino de rodos	

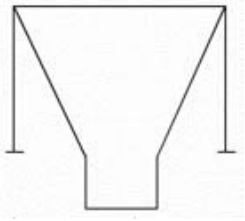

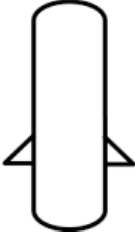
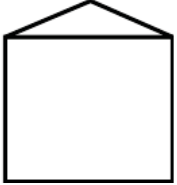
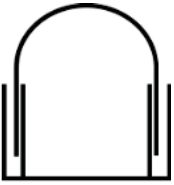
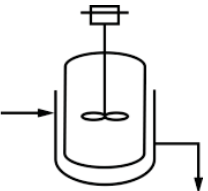
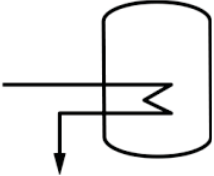
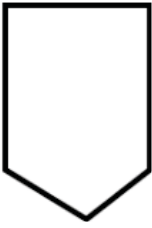
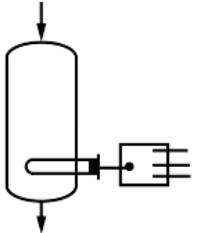
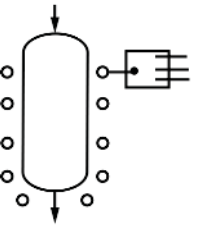
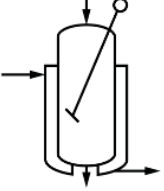
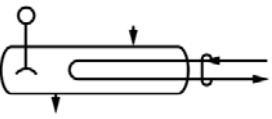
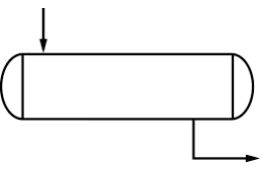
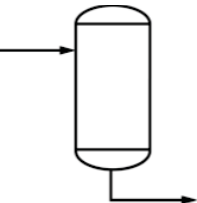
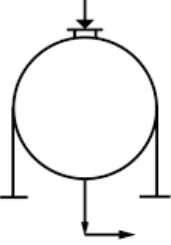
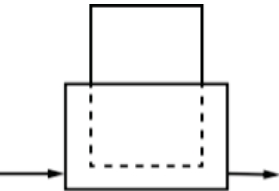
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Tamizado/Cribado	Sieving/Screening	GZ	S
Simbología			
PEP	ASME Y32.11	CPESD	UTCJ
			
Cedazo o tamiz	Tamiz	Tamiz	Zaranda
PDVSA	PDVSA	PDVSA	PDVSA
			
Tamiz vibratorio inclinado de una cubierta	Tamiz vibratorio horizontal de una cubierta	Tamiz vibratorio inclinado de doble cubierta	Criba
ISO 10628	PDVSA		
			
Tamiz	Tamiz		

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Mezclador	Mixer/Blender	M	MX
Simbología			
CPESD	ASME Y32.11	CPESD	CPESD
			
Mezclador de cinta	Mezclador	Impulsores: básico, propela, turbina, ancla	Recipiente enchaquetado con agitación
APD	APD	UTCJ	UTCJ
			
Recipiente enchaquetado con agitación	Impulsor con motor	Fluido a chorro	Orificio de plato (línea de tubería)
UTCJ	UTCJ	UTCJ	UTCJ
			
Rociador gaseoso	Bomba (flujo de turbulento)	Impulsor	Tanque agitado axial
UTCJ	ISO 10628	ISO 10628	ISO 10628 agitadores
			
Amasador		Recipiente agitador equipado con un helicoidal, accionado por un motor	Impulsores: mezclado, paleta, rotación de turbina, hélice, ancla

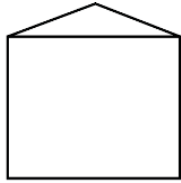

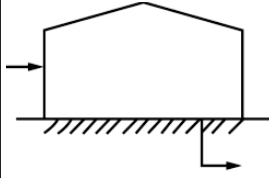
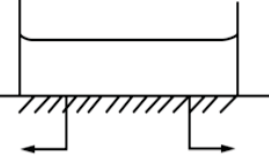
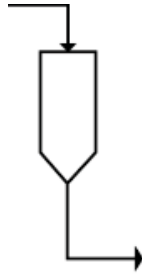
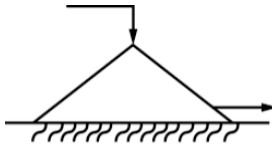
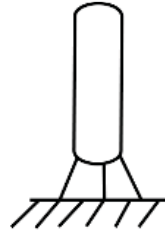
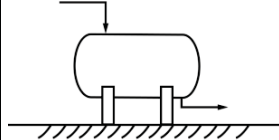
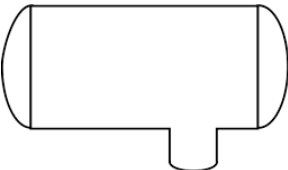
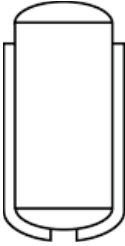
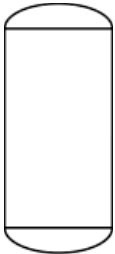
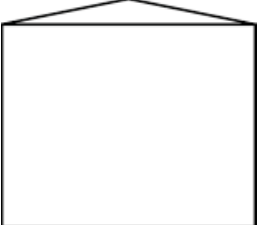
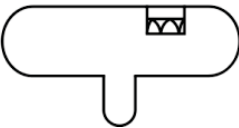
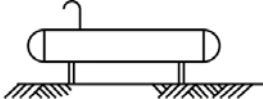
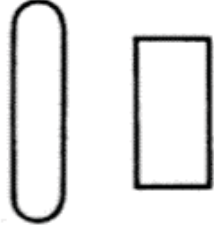

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Mezclador	Mixer/Blender	M	MX
Simbología			
PDVSA	PDVSA	PDVSA	PDVSA
			
Mezclador de cinta	Mezclador de doble cono	Mezclador de helice impulsado por motor eléctrico	Mezclado en línea
PDVSA agitador	VISIO	VISIO	VISIO
 Impulsores: Helice, turbina radial, turbina axial			
ISA-S5.5-1985	UTCJ	UTCJ	PDVSA
			
Mezclador en línea	Mezcla-calentamiento	Tanque agitado radial	Mezclador en tanque

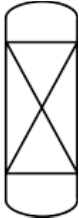
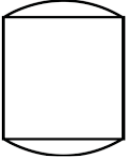
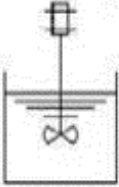


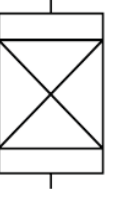
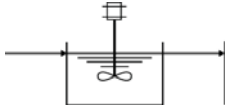
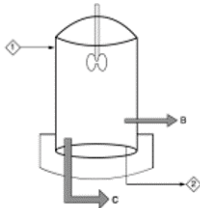
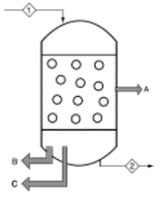

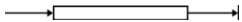
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Almacenaje de Materiales	Storage	SV	S
Simbología			
PEP	PEP	PEP	PEP
			
Recipiente vertical a presión	Recipiente horizontal a presión	Desaerador	Separador
PEP	PEP	PEP	PEP
			
Recipiente de almacenamiento tipo salchicha	Recipiente de almacenamiento tipo esfera	Tanque sin tapa fondo cónico	Tanque sin tapa fondo plano
ISA-S5.5-1985	ISA-S5.5-1985	CPESD	APD
			
Recipiente enchaquetado	Tanque esférico	Tanque abierto	Recipiente horizontal enchaquetado con agitación
APD	APD	UTCJ	UTCJ
			
Recipiente vertical con bobinas internas y agitación	Bolsas colectoras	Almacenamiento de gases	Tanque esférico

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Almacenaje de Materiales		SV	S
Simbología			
PEP	PEP	PEP	PEP
			
Tanque cilíndrico vertical con tapa (atmosférico)	Tanque con agitador y motor eléctrico, succión colgante	Tanque de techo flotante	Tanque con calentadores interiores
ASME Y32.11	ASME Y32.11	ASME Y32.11	ASME Y32.11
			
Contenedores horizontales	Recipiente enchaquetado (Parcial)	Tanque atmosférico de cúpula cónica	Tanque de cúpula flotante
ASME Y32.11	ASME Y32.11	ASME Y32.11	ISA-S5.5-1985
			
Recipiente a presión (Esférico)	Recipiente de fondo cónico	Almacenamiento de sólidos (sin presión)	Recipiente
ISA-S5.5-1985	ISA-S5.5-1985	ISA-S5.5-1985	ISA-S5.5-1985
			
Tanque atmosférico	Bin	Tanque de cúpula flotante	Gasómetro

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Almacenaje de Materiales	Storage	SV	S
Simbología			
ISA-S5.5-1985	CPESD	CPESD	CPESD
			
Tolva de peso CPESD	Tanque CPESD	Tanque CPESD	Tanque de almacenamiento CPESD
			
Gasómetro APD	Recipiente enchaquetado con agitación APD	Recipiente con serpentín de calentamiento APD	Bin para sólidos APD
			
Recipiente con calefacción APD	Recipientes con calentadores eléctricos APD	Recipiente vertical enchaquetado con agitación APD	Recipiente horizontal con bobinas internas y agitación APD
			
Recipiente horizontal (Almacenamiento a presión)	Tanque receptor de azúcar	Tanque esférico	Gasómetro (húmedo o seco)



Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Almacenaje de Materiales		SV	S
Simbología			
APD	APD	UTCJ	UTCJ
			
Tanque de almacenamiento atmosférico	Tolva	Almacenamiento de techo cónico	Tanque de techo flotante
UTCJ	UTCJ	UTCJ	UTCJ
			
Silo	Almacenamiento abierto	Silo de proceso	Tanque cilíndrico
PDVSA	PDVSA	PDVSA	PDVSA
			
Recipiente horizontal con pierna	Recipiente enchaquetado	Recipiente	
PEP	PEP	ASME Y32.11	ASME Y32.11
			
Recipiente horizontal con pierna	Tanque cilíndrico horizontal	Contenedores verticales	Gasómetro

Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Reactor por Lotes	Reactor Batch	TR	R
Simbología			
PEP	ISA-S5.5-1985	UTCJ	
			
Reactores	Reactor	Batch	
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Reactor de Mezcla Completa de Flujo Continuo	Continuos Stirred Tank Reactor (CSTR)	TR (CSTR)	R (CSTR)
Simbología			
PEP	ISO 10628	ISO 10628	UTCJ
			
Reactores	Reactor con lecho fluidizado	Reactor con lecho fijo	
INCC	INCC		
			
Nombre		Nomenclatura	
Español	Inglés	Español	Inglés
Reactor de Flujo Pistón	Plug Flow Reactor (PFR)	TR (RFP)	R (PFR)
Simbología			
PEP	UTCJ		
			
Reactores			

## ANEXO E: Descripción de Equipo

Equipo	Descripción	Referencia
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bomba</li> <li>• Compresor</li> <li>• Ventilador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Código de identificación</li> <li>• Nombre</li> <li>• Flujo volumétrico a condiciones de operación normal</li> <li>• Diferencial de presión</li> </ul>	<p>PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interambiadores de Calor</li> <li>• Condensador</li> <li>• Enfriador</li> <li>• Rehervidor</li> <li>• Horno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clave de Identificación</li> <li>• Carga térmica en kcal/h (BTU/h)</li> </ul>	<p>Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Código de identificación</li> <li>• Nombre</li> <li>• Calor intercambiado a condiciones de Operación</li> <li>• Tipo</li> </ul>	<p>PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lechos Catalíticos</li> <li>• Empaques</li> <li>• Mallas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de Identificación</li> <li>• Descripción</li> <li>• Dimensiones (diámetro interno y distancia entre tangentes)</li> <li>• Temperatura de Operación</li> <li>• Presión de Operación</li> <li>• Tamaño de Empaque</li> <li>• Indicar su Altura</li> </ul>	<p>Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01</p>

Equipo	Descripción	Referencia
<b>Agitador</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Código de identificación</li> <li>• Nombre</li> <li>• Revoluciones por minuto</li> <li>• Diámetro y potencia absorbida</li> </ul>	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
<b>Bombas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clave de Identificación</li> <li>• Gasto en m<sup>3</sup>/h (GPM)</li> <li>• Diferencia de Presión en kg/cm<sup>2</sup> (psi)</li> </ul>	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicio</li> <li>• Tamaño</li> <li>• Tipo</li> <li>• Fluido</li> <li>• Temperatura de la Bomba</li> <li>• Densidad</li> <li>• Flujo (GPM)</li> <li>• NPSH</li> </ul>	Literatura
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clave (GA)</li> <li>• Nombre</li> <li>• Gasto de Diseño (en LPM)</li> <li>• Diferencial de Presión (en Kg/cm<sup>2</sup>)</li> </ul>	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
<b>Caldera</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Código de identificación</li> <li>• Nombre</li> <li>• Cantidad de vapor</li> <li>• Presión de vapor (y temperatura si es vapor sobrecalentado)</li> </ul>	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso

Equipo	Descripción	Referencia
Calentador a Fuego Directo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clave (BA)</li> <li>• Nombre</li> <li>• Carga TermicaNormal (en MM Kcal/h)</li> </ul>	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clave de Identificación</li> <li>• Descripción</li> <li>• Carga térmica en kcal/h (BTU/h)</li> <li>• Identificar el medio de calentamiento</li> </ul>	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
Calentador Eléctrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Código de identificación</li> <li>• Nombre</li> <li>• Calor de entrega al proceso, en condiciones de Operación Normal</li> </ul>	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
Cambiadores de Calor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clave (EA)</li> <li>• Nombre</li> <li>• Carga TermicaNormal (en MM Kcal/h)</li> </ul>	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicio</li> <li>• Presión Diferencial</li> <li>• Área de Transmisión de Calor</li> <li>• Capacidad en Servicio (BTU/h)</li> <li>• Condiciones de Diseño</li> <li>• Temperatura de Entrada y Salida</li> <li>• Presión de Entrada y Salida</li> </ul>	Literatura

Equipo	Descripción	Referencia
<b>Columna o Torre de platos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Código de identificación</li> <li>• Nombre</li> <li>• Diámetro interno</li> <li>• Longitud entre tangentes (T/T)</li> <li>• Número y tipo de platos</li> </ul>	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
<b>Columna o Torre de relleno</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Código de identificación</li> <li>• Nombre</li> <li>• Diámetro interno</li> <li>• Longitud entre tangentes (T/T)</li> <li>• Tipo de relleno</li> <li>• Volumen de relleno</li> </ul>	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
<b>Compresores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clave de Identificación</li> <li>• Numero de Pasos</li> <li>• Capacidad en m3 std/h (pies3 std/h)</li> <li>• Presión de succión en kg/cm2 man (pisg)</li> <li>• Relación de Compresión (RC)</li> </ul>	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicio</li> <li>• Numero de pasos</li> <li>• Condiciones de Succión</li> <li>• Condiciones de Descarga</li> <li>• BHP</li> <li>• Capacidad SCFM (Pies cúbicos estándar por minuto)</li> </ul>	Literatura
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clave (GB)</li> <li>• Nombre</li> <li>• Potencia en BHP</li> </ul>	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos

Equipo	Descripción	Referencia
<b>Expansores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clave (GC)</li> <li>• Nombre</li> <li>• Potencia en BHP</li> </ul>	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
<b>Ciclón</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Código de identificación</li> <li>• Nombre</li> <li>• Tamaño de la partícula de corte</li> <li>• Porcentaje de separación</li> </ul>	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
<b>Reactor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Código de identificación</li> <li>• Nombre</li> <li>• Diámetro interno</li> <li>• Longitud entre tangentes (T/T)</li> <li>• Volumen de catalizador</li> <li>• Tipo de catalizado</li> </ul>	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
<b>Recipientes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de Identificación</li> <li>• Descripción</li> <li>• Dimensiones (diámetro interno y distancia entre tangentes)</li> <li>• Temperatura de Operación</li> <li>• Presión de Operación</li> </ul>	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicio</li> <li>• Diámetro</li> <li>• Altura</li> <li>• Espesor</li> <li>• Condiciones de Diseño</li> <li>• Condiciones de Operación</li> </ul>	Literatura

Equipo	Descripción	Referencia
<b>Tambor (separador / acumulador)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Código de identificación</li> <li>• Nombre</li> <li>• Diámetro interno</li> <li>• Longitud entre tangentes (T/T)</li> </ul>	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
<b>Tanque</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Código de identificación</li> <li>• Nombre</li> <li>• Diámetro interno</li> <li>• Altura</li> <li>• Capacidad neta</li> </ul>	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clave (FA o FB)</li> <li>• Nombre</li> <li>• Diámetro</li> <li>• Longitud de Tangente en milímetros</li> </ul>	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
<b>Tanques de Almacenamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clave (FA o FB)</li> <li>• Nombre</li> <li>• Capacidad en metros cúbicos</li> </ul>	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos



Equipo	Descripción	Referencia
<b>Torre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clave (DA)</li> <li>• Nombre</li> <li>• Diámetro o Diámetros</li> <li>• Longitud de Tangente en milímetros</li> <li>• Altura</li> <li>• Tipo de Empaque</li> </ul>	Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos
<b>Torre de Enfriamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Código de identificación</li> <li>• Nombre</li> <li>• Flujo de agua</li> <li>• Calor retirado a condiciones de operación</li> </ul>	PDVSA L-TP 1.1, Preparación de Diagramas de Proceso
<b>Torres</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de Identificación</li> <li>• Descripción</li> <li>• Dimensiones (diámetro interno y distancia entre tangentes)</li> <li>• Temperatura de Operación</li> <li>• Presión de Operación</li> <li>• Numeración de los platos del fondo hacia el domo (solo mostrar en número el fondo y el</li> </ul>	Pemex, Simbología de Equipos de Proceso Norma.2.401.01

## Bibliografía

- Aagaard, J., Velandar, S., & 10, S. o. (March, 2003). Graphical symbols for diagrams. *Technical product documentation, SC 10, Process plant documentation and tpd-symbols*. ISO .
- Alvarez Da Costa, A. A. (Octubre de 2009). Procedimiento para el diseño de una planta de tratamiento de efluentes industriales. *Tesis*. Venezuela: Universidad Simón Bolívar; Decanato de Estudios Profesionales; Coordinación de Ingeniería Química.
- American National Standard. (13, July, 1992). Instrumentation Symbols and Identification. *ANSI/ISA-5.1-1984 (R1992)*. North Carolina, U.S.A: The Instrumentation, Systems, and Automation Society.
- American National Standards Institute. (1, January, 1967). Fluid Power Graphic Symbols. *ANSI Y32.10 Graphic Symbols*. U.S.A: ISO.
- American Standard . (1961). Graphical Symbols for Process Flow Diagrams in the Petroleum and Chemical Industries (ASME Y32.11). New York, U.S.A.: The American Society of Mechanical Engineers.
- Anaya Durand, A., Barragán Acevedo, R., & Vergara Vega, A. (2015). *Manual de Temas Selectos de Ingeniería de Proyectos*. Ciudad Universitaria : Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Arce Medina, E. (s.f.). Diagramas de procesos. *Diseño Básico de Procesos*. Distrito Federal, México: Instituto Politécnico Nacional.
- Austin, D. (1979). *Chemical engineering drawing symbols*. London: George Godwin Ltd.
- Aznar, A., & Cabanales, J. C. (s.f.). Operaciones básicas de preparación de reactivos y separación de productos. Madrid, España: Dpto. de Ciencia e Ingeniería de Materiales e Ingeniería Química de la Universidad Carlos III de Madrid.
- Baasel, W. D. (s.f.). *Preliminary Chemical Engineering Plant Design*. Elsevier.
- Becerra Flores, H. M., & Valles, A. (s.f.). Simbología Industrial. Ciudad Juarez, México: Universidad Tecnológica Ciudad Juarez.
- Becerra, F. H., & Valles, A. (s.f.). Simbología Industrial. *PIW61*. Ciudad Juarez, Chihuahua, México: Universidad Tecnológica Ciudad Juarez.
- Bird, R. B., Stewart, W. E., & Lightfoot, E. N. (2006). *Fenómenos de transporte*. D.F.: Limusa Wiley.
- Brown, R. H. (10, August, 1993). Guide for the Preparation of Patent Drawings. *Guide for Patent Draftsmen*. U.S.: Patent Official Gazette.
- CEASP<sup>4</sup>A, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, Departamento de Ingeniería Química. (Junio de 2015). Guía para el dibujo de Diagramas para Inspección Técnica en AUTOCAD. *CEASPA-GDDITA-002*. México.
- CEASPA, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, Departamento de Ingeniería Química. (Septiembre de 2010). Guía para dibujar diagramas para inspección técnica de espesores en AutoCAD 2008. *Uso de la herramienta de dibujo del SIMECELE*. D.F., México.
- Centro de Estudios para la Administración de la Seguridad de los Procesos. (2010). *Guía para dibujar diagramas para inspección*. Ciudad Universitaria, México, D. F.: UNAM. Facultad de Química.
- Centro de Estudios para la Administración de la Seguridad de los Procesos. (2015). *GUÍA PARA EL DIBUJO DE DIAGRAMAS PARA INSPECCIÓN TÉCNICA EN*

- AUTOCAD*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, Departamento de Ingeniería Química .
- COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD, CT. "FCO. PÉREZ RÍOS". (s.f.). Proceso Termoelectrico. *Introducción a la CT. "Fco. Pérez Ríos"*. Tula, Hidalgo, México.
- Costa López, J., Cervera March, S., Cunill García, F., Esplugas Vidal, S., Mans Teixidó, C., & Mata Álvarez, J. (1991). *Introducción a los procesos, las operaciones unitarias y los fenómenos de transporte*. Barcelona: Reverté S.A.
- Costa Lopez, J., Cervera March, S., Cunill García, F., Esplugas Vidal, S., Mans Teixidó, C., & Mata Álvarez, J. (2004). *Curso de Ingeniería Química. Introducción a los procesos, las operaciones unitarias y los fenómenos de transporte*. Barcelona, España.: Editorial Reverté S.A.
- Coulson & Richardson's. (2005). *Chemical Engineering Design*. Jordan Hill, Oxford: R. K. Sinnott.
- Couper, J. R., Penney, W. R., Fair, J. R., & Walas, S. M. (2010). *Chemical Process Equipment Selection and Design*. Jordan Hill, Oxford: Butterworth-Heinemann.
- CRANE CO. (1981). *Flow of Fluids Through valves, fittings, and pipe*. New York: 300 Park Avenue.
- Cuevas García, R. (01 de 09 de 2009). *Introducción a los reactores químicos*. D.F, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Deutsches Institut für Normung e. V. (01, 05, 1988). FLOW SHEETS AND DIAGRAMS OF PROCESS PLANTS - GRAPHICAL SYMBOLS. *DIN 28004-3*. Berlín, Alemania: Beuth-Verlag.
- Dreyfuss, H. (1972). *Symbol sourcebook*. New York: McGraw-Hill.
- Facultad de Química. (s.f.). *Procesos de Separación Prácticas de Laboratorio*. México, D.F.: Facultad de Química.
- Felder, R. M., & Rousseau, R. W. (2004). *Principios Elementales de los Procesos Químicos*. D.F.: LIMUSA, S.A. de C.V.
- Gaitan Ovalle, P. K. (Mayo de 2008). *Estudio sobre las operaciones unitarias más utilizadas en los procesos de manufactura por las industrias de procesamiento de materiales instaladas en Guatemala*. Tesis. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Goetsch, D. L., Chalk, W. S., & Nelson, J. A. (2000). *Technical Drawing*. New York: International Thomson Publishing company.
- GRAPHICAL SYMBOLS FOR PROCESS FLOW DIAGRAMS FOR THE FOOD INDUSTRY. (s.f.). *Standard: SAI - SAA AS 1109*. SAI.
- Grupo de Directores de la Carrera de Tecnología de Alimentos. (2001). *Operaciones Unitarias*. México D.F.: Coordinación general de Universidades Tecnológicas.
- INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO. (s.f.). *Plano de Notas Generales Leyendas y Símbolos*. D.F., México.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (1996). *Programa para la minimización y manejo integral de residuos industriales peligrosos en México 1996-2000*. Ciudad de México : Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- International Organization for Standardization. (15, 04, 1997). *International Standard. Flow diagrams for process plants - General rules (ISO 10628)*. Switzerland: ISO.
- International Standard. (15, 04, 1997). *Flow diagrams for process plants - general rules. ISO 10628*. Switzerland: International Organization for Standardization.

- International Standard. (15, 07, 2015). Graphical symbols for diagrams. *ISO 14617-1*. Switzerland: International Organization for Standardization.
- Jaramillo, O. A. (2007). *INTERCAMBIADORES DE CALOR*. Ciudad de México: Centro de Investigación en Energía. Universidad Nacional Autónoma de México.
- KLM Technology Group. (02, 11, 2015). *Kolmentz Handbook of Process Equipment Desing*. Obtenido de Process Flow Sheet (Engineering Design Guideline): [http://www.klmtechgroup.com/PDF/EGD2/ENGINEERING\\_DESIGN\\_GUIDELINES\\_process\\_flow\\_sheet\\_rev\\_web.pdf](http://www.klmtechgroup.com/PDF/EGD2/ENGINEERING_DESIGN_GUIDELINES_process_flow_sheet_rev_web.pdf)
- Ludwing, E. E. (1999). *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants*. Houston, TX.: Gulf Publishing Company.
- Marcilla Gomis, A. (1998). *INTRODUCCIÓN A LAS OPERACIONES DE SEPARACIÓN*. Universidad de Alicante, Espagracic.
- Martinez, T. (2015). *Diseño de Proceso. Apuntes Síntesis de Procesos*. Ciudad de Mexico .
- Masciarelli, R., Stancich, S., & Fernando, S. (2012). *Cátedra de Ingeniería De las Reacciones. Transferencia de Masa*. Rosario: Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Rosario.
- McCabe, W. L., C., S. J., & Harriott, P. (1993). *Unit Operations of Chemical Engineering*. McGraw-Hill.
- McCabe, W. y. (2002). *Operaciones Unitarias en Ingeniería Química*. México: McGraw-Hill.
- México, U. N. (s.f.). *Diagramas de procedimientos*. Obtenido de Áreas de mejora en una PYME de alimentos: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/73/A5.pdf?sequence=5>
- Ministerio de Planificacion Nacional y Política Económica, Área de Modernización del Estado. (Julio de 2009). Guía para la Elaboración de Diagramas de Flujo. *MIDEPLAN*. Chile.
- PEMEX EXPLORACION Y PRODUCCION. (1999). *Simbología de Equipos de Proceso (P.20401.01)*. D.F. : Unidad de Normatividad Técnica.
- PEMEX REFINACION Subdirección de producción Refinería Miguel Hidalgo. (15 de 12 de 2009). Procedimiento para elaborar Bases Técnicas para la contratación de Ingeniería Básica y de Detalle. *No.DOCUMENTO:303-48100-003*. Tula, Hidalgo, México.
- PEMEX REFINACION Subdirección de producción Refinería Miguel Hidalgo. (01 de 04 de 2011). Procedimiento para la elaboración de Ingeniería Básica y de Detalle. *No.DOCUMENTO:303-48100-PO-002*. Tula, Hidalgo, México.
- PEMEX REFINACION Subdirección de producción Refinería Miguel Hidalgo. (01 de 09 de 2012). Control del Proceso. *No.DOCUMENTO:303-42111-IT-031*. Tula, Hidalgo, México.
- PEMEX REFINACION Subdirección de producción Refinería Miguel Hidalgo. (13 de 08 de 2012). Elaboración y Control de Documentos. *No.DOCUMENTO:303-45300-PO-002*. Tula, Hidalgo, México.
- PEMEX REFINACION Subdirección de producción Refinería Miguel Hidalgo. (23 de 02 de 2015). Censo de Equipos y Taxonomía. *No.DOCUMENTO:303-47300-IT-046*. Tula, Hidalgo, México.
- Pérez Aguilar, L. M. (s.f.). Extracción Líquido-Líquido. *Bioseparaciones Fluido-Fluido*. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Guanajuato, IPN.

- Perry H, R. (1992). *Manual del Ingeniero Químico*. México: McGraw-Hill.
- Peters, Max S.;Timmerhaus, Klaus D. (1991). *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*. Boulder: Mc Graw-Hill.
- Petróleos de Venezuela (PDVSA). (Mayo de 1991). Manual de Ingeniería de Diseño Volumen 15 - Procedimiento de Ingeniería . *Preparación de Diagramas de Proceso (L-TP 1.1)*. Caracas, Venezuela: PDVSA S.A.
- PETROLEOS MEXICANOS. (1988). BOMBAS ROTATORIAS. *NORMAS PARA PROYECTO DE OBRAS NORMA No. 2.331.03*.
- PETROLEOS MEXICANOS. (1988). CAMBIADORES DE CALOR ENVOLVENTE-HAZ DE TUBOS. *NORMAS PARA PROYECTOS DE OBRAS NORMA No. 2.441.01*.
- PETROLEOS MEXICANOS. (1991). GUIA PARA LA ELABORACION DE NORMAS TECNICAS. *Norma No. 1.000.01*. México: SUBDIRECCION DE PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS .
- PETROLEOS MEXICANOS SUPERINTENDENCIA GENERAL DE ESTUDIOS TECNICOS Y ESTANDARIZACION. (1991). GUIA PARA LA ELABORACION DE PLANOS Y FORMATOS PARA DOCUMENTOS DIVERSOS. *Norma para Temas Generales y Terminologia NORMA No. 1.030.01*.
- Robb, L. A. (1997). *Diccionario para Ingenieros*. México: Compañía Editorial Continental S.A. de C.V.
- The Instrumentation, Systems, and Automation Society. (2002). ISA-S5.5-1985 Graphic Symbols for Process Displays. North Carolina, United States of America: Instrument Society of America.
- Towler, G., & Sinnott, R. (2008). *Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design*. San Diego, California: Butterworth-Heinemann.
- wikispaces. (16 de Julio de 2012). *procesosbio*. Obtenido de Diagramacion de Procesos Industriales:  
<http://procesosbio.wikispaces.com/DIAGRAMACION+DE+PROCESOS+INDUSTRIALES>