



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Química

**MONTAJE DE UNA GALERÍA DE VÁLVULAS TÍPICAS COMO RECURSO  
DIDÁCTICO PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**Ana Carolina Urbina Chet**

Asesorado por el Ing. José Manuel Tay Oroxom

Guatemala, noviembre de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MONTAJE DE UNA GALERÍA DE VÁLVULAS TÍPICAS COMO RECURSO  
DIDÁCTICO PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA QUÍMICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**ANA CAROLINA URBINA CHET**

ASESORADO POR EL ING. JOSÉ MANUEL TAY OROXOM

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA QUÍMICA**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Adolfo Narciso Gramajo Antonio
EXAMINADOR	Ing. Federico Guillermo Salazar Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Otto Raúl de León de Paz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **MONTAJE DE UNA GALERÍA DE VÁLVULAS TÍPICAS COMO RECURSO DIDÁCTICO PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA QUÍMICA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha julio de 2012.

  
**Ana Carolina Urbina Chet**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

---

Guatemala, 29 de octubre de 2013

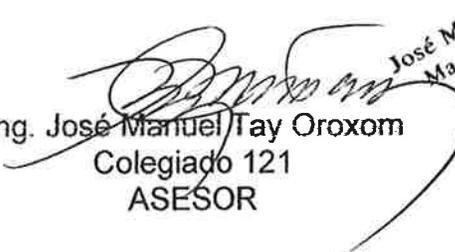
Ingeniero  
Víctor Manuel Monzón Valdez  
Director  
Escuela de Ingeniería Química

Respetable Ingeniero Monzón:

Con un cordial saludo me dirijo a usted para informarle que he asesorado y aprobado el Informe final de Trabajo de Graduación titulado: **“MONTAJE DE UNA GALERÍA DE VÁLVULAS TÍPICAS COMO RECURSO DIDÁCTICO PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA QUÍMICA”**. Elaborado por la estudiante de Ingeniería Química Ana Carolina Urbina Chet con número de carné 200714646. Considero que el Informe final de Trabajo de Graduación desarrollado satisface los requisitos exigidos; por lo que solicito se sirva remitirlo para su respectiva revisión.

Agradezco a usted la atención a la presente.

Atentamente,

  
Ing. José Manuel Tay Oroxom  
Colegiado 121  
ASESOR

José Manuel Tay Oroxom  
Ma. Ingeniero Químico  
Colegiado No. 121

---

PROGRAMA DE INGENIERÍA  
QUÍMICA ACREDITADO POR  
Agencia Centroamericana de Acreditación de  
Programas de Arquitectura y de Ingeniería  
Período 2009 - 2012



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

Guatemala, 06 de noviembre de 2013  
Ref. EI.Q.TG-IF.074.2013

Ingeniero  
**Víctor Manuel Monzón Valdez**  
DIRECTOR  
Escuela Ingeniería Química  
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Monzón:

Como consta en el Acta TG-049-2012-IF le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

**INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Solicitado por la estudiante universitaria: **Ana Carolina Urbina Chet.**

Identificada con número de carné: **2007-14646.**

Previo a optar al título de **INGENIERA QUÍMICA.**

Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

**MONTAJE DE UNA GALERÍA DE VÁLVULAS TÍPICAS COMO RECURSO DIDÁCTICO  
PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA QUÍMICA**

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por el Ingeniero Químico: **José Manuel Tay Oroxom.**

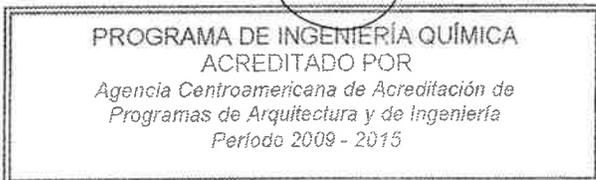
Habiendo encontrado el referido informe final del trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. Manuel Galván  
COORDINADOR DE TERNA  
Tribunal de Revisión  
Trabajo de Graduación



C.c.: archivo



**ACAAI**

Agencia Centroamericana de Acreditación de  
Programas de Arquitectura y de Ingeniería



El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación de la estudiante, **ANA CAROLINA URBINA CHET** titulado: "**MONTAJE DE UNA GALERÍA DE VÁLVULAS TÍPICAS COMO RECURSO DIDÁCTICO PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA QUÍMICA**". Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.

  
Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, noviembre 2013

Cc: Archivo  
VMMV/ale



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **MONTAJE DE UNA GALERÍA DE VÁLVULAS TÍPICAS COMO RECURSO DIDÁCTICO PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA QUÍMICA**, presentado por la estudiante universitaria **Ana Carolina Urbina Chet**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
DECANO



Guatemala, noviembre de 2013

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por darme el don de la vida, por su amor incondicional, su eterna misericordia y su presencia en cada uno de mis días. Por darme su sabiduría para culminar mi carrera.
- Virgen María** Por su intercesión y amor de madre. Por guardarme, guiarme y estar a mi lado en todo momento de mi carrera.
- Mi mamá** Ana Chet, por ser mi ejemplo y guía. Por creer en mí y sacrificarse siempre por mi bien. Por su amor incondicional y confianza.
- Mi hermana** Ivone Urbina, por su amor y apoyo incondicional, sus consejos, ánimos y las sonrisas de cada día. Gracias por creer en mí.
- Abuelo** Francisco Chet (q.e.p.d.), por compartir un sueño mutuo, ser mi motivación, entender y compartir el amor a mi carrera.
- Papá** Miguel Urbina, por su amor, unión y enseñarme que tenemos tantas cosas en común.

**Tíos**

Por apoyarme y darme ánimos para culminar mi carrera.

**Abuela**

Cristina Chet, por sus cuidados y su amor. Por darme su sonrisa cada día, mostrarme y compartir su felicidad conmigo.

**Amigos**

Liliana Cobaquil, Marian Mejía, Erick Girón, Jorge Morataya, William Fagiani, Gabriel Cifuentes, Jaime Catalán, Brenda Barrios, Héctor Méndez, Carolina Corzo, Vladimir Pérez, Marvin Mérida, Esteban Suástegui, Ana Herrera, Roberto Cancinos, por compartir buenos momentos y acompañarme en los años de carrera.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser mi casa de estudio y poder realizarme profesionalmente.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por apoyarme y darme los recursos para cumplir mi sueño de convertirme en ingeniera.
<b>Ing. Manuel Tay</b>	Por ser mi tutor, que sin egoísmo compartió todos sus conocimientos y cariño. Por poder compartir las experiencias de los laboratorios y darme la confianza de apoyarlo en ellos.
<b>Dr. Adolfo Gramajo</b>	Por compartir sus conocimientos sin límites, creer en mí y entregarme su confianza como auxiliar.
<b>Ing. Manuel Galván</b>	Por sus buenos consejos y ánimos para culminar mi carrera. Por compartir sus conocimientos en clases y laboratorio.
<b>Mis catedráticos</b>	Por ser mis guías y compartirme sus conocimientos a lo largo de mi carrera.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	III
GLOSARIO .....	V
RESUMEN.....	VII
OBJETIVOS .....	IX
INTRODUCCIÓN.....	XI
1. ANTECEDENTES .....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Perfil del egresado de la carrera de Ingeniería Química .....	3
2.2. Recurso didáctico .....	4
2.3. Válvulas.....	4
2.3.1. Clasificación de las válvulas.....	7
3. DISEÑO METODOLÓGICO .....	9
3.1. Variables .....	9
3.2. Delimitación del campo de estudio .....	10
3.3. Recursos humanos disponibles .....	13
3.4. Recursos materiales disponibles .....	14
3.5. Técnica utilizada.....	14
3.5.1. Técnica cualitativa .....	15
3.6. Recolección y ordenamiento de la información.....	15
3.7. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información .....	17
3.8. Análisis estadístico .....	18

3.8.1.	Promedio estadístico .....	18
3.8.2.	Desviación estándar .....	18
3.8.3.	Percentil .....	19
4.	RESULTADOS .....	23
4.1.	Montaje de la galería de válvulas típicas .....	23
4.2.	Examen diagnóstico .....	24
4.3.	Caso de estudio .....	26
4.4.	Comparación del examen diagnóstico y caso de estudio .....	28
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	29
	CONCLUSIONES .....	33
	RECOMENDACIONES .....	35
	BIBLIOGRAFÍA .....	37
	APÉNDICES .....	39

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ejemplo de una válvula típica, válvula de bola .....	7
2.	Diagrama bidimensional del mobiliario, vista frontal .....	10
3.	Diagrama de la planta del mobiliario .....	11
4.	Diagrama bidimensional del mobiliario, perfil lateral .....	11
5.	Diagrama tridimensional del compartimiento del mobiliario .....	12
6.	Diagrama tridimensional del mobiliario .....	12
7.	Galería de exhibición de válvulas .....	13
8.	Diagrama del orden propuesto para el manual .....	16
9.	Galería de exhibición de válvulas .....	23
10.	Examen diagnóstico evaluado por percentiles en función de las notas .....	24
11.	Examen diagnóstico evaluado por percentiles en función de la cantidad de estudiantes .....	25
12.	Caso de estudio evaluado por percentiles en función de las notas .....	26
13.	Caso de estudio evaluado por percentiles en función de la cantidad de estudiantes .....	27
14.	Comparación de la tendencia de aprobación del examen diagnóstico y caso de estudio .....	28

## TABLAS

I.	Materiales para distintas temperaturas .....	6
II.	Descripción de la utilidad de cierres en distintos materiales .....	6
III.	Relación de las variables estudiadas .....	9
IV.	Recursos materiales utilizados .....	14
V.	Ordenamiento de la galería de válvulas .....	15
VI.	Tabulación y ordenamiento de los resultados del examen diagnóstico y caso de estudio .....	17
VII.	Tabulación y ordenamiento de los resultados para las gráficas del examen diagnóstico y caso de estudio .....	17
VIII.	Análisis estadístico para examen diagnóstico .....	20
IX.	Análisis estadístico para caso de estudio .....	20
X.	Datos de la relación percentil-notas para la figura 10 .....	24
XI.	Datos de la relación percentil-cantidad de estudiantes para la figura 11.....	25
XII.	Datos de la relación percentil-notas para la figura 12 .....	26
XIII.	Datos de la relación percentil-cantidad de estudiantes para la figura 13.....	27
XIV.	Datos de la comparación del examen diagnóstico y caso de estudio para la figura 14.....	28

## GLOSARIO

<b>Apropiación</b>	Acomodar o aplicar con propiedad las circunstancias o cosas de un suceso al caso de que se trata.
<b>Bronce</b>	Aleación de cobre y estaño. Material duro, de color amarillo y fácil de trabajar.
<b>Caso de estudio</b>	Estrategia de investigación combinando distintos métodos para la recolección de la evidencia cualitativa o cuantitativa con el fin de describir, verificar o generar teorías.
<b>Examen diagnóstico</b>	Instrumento que permite reconocer los conocimientos que se han adquirido en un periodo de tiempo previo a un evento programado.
<b>Galería</b>	Pieza larga y espaciosa que sirve para colocar objetos. Dedicado a la exposición.
<b>Hierro fundido</b>	Aleación de hierro, carbono, silicio, manganeso, fósforo, y azufre. Material resistente al desgaste, rotura frágil y baja ductilidad.
<b>Montaje</b>	Armar, poner en su lugar las piezas de cualquier máquina o accesorio.

**PVC**

Policloruro de vinilo. Material dúctil y de estabilidad dimensional y con resistencia al ambiente.

**Típico**

Algo característico o representativo de un tipo.

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de graduación fue organizar y construir una galería de exhibición de válvulas típicas de tuberías que permitieran al estudiante entender su estructura física, material y funcionamiento; constituyendo un recurso didáctico en los cursos y laboratorio de Ingeniería Química. Este recurso se complementó con un manual de referencia que contiene la información más relevante de la clasificación de las válvulas seleccionadas.

El perfil del egresado de la carrera de Ingeniería Química se enfoca en capacitar al futuro ingeniero a resolver problemas relacionados con la operación, diseño y puesta en marcha de los equipos industriales y así cumplir con los requerimientos de mantenimiento y seguridad. Una técnica útil para la enseñanza, aprendizaje del estudiante y el reforzamiento para esta capacitación; es el recurso didáctico que respalda a los cursos teóricos con demostraciones físicas y complementa a la literatura.

La galería cuenta con elementos típicos que describen físicamente las características de las válvulas. Estos elementos están ordenados por la actividad que realizan, siendo esta de regulación, de bloqueo y de retención. Facilitó las condiciones para que el estudiante pudiera apreciar físicamente las características e incrementó el conocimiento en la concepción tridimensional de las válvulas.

Se realizaron un examen diagnóstico y un caso de estudio para evaluar el conocimiento previo y el grado de apropiación del tema al utilizar la galería como recurso didáctico.

Del examen diagnóstico se obtuvo, que la tendencia decreciente de notas demuestra el conocimiento parcial y limitado que existe en el estudiante sobre la configuración de las válvulas. También muestra que el 100 por ciento de los estudiantes evaluados están en un rango de 0-50 puntos, ubicándose en una clasificación deficiente.

Con la implementación de la galería de válvulas como recurso didáctico, se obtuvieron notas favorables, reduciendo la cantidad de estudiantes de clasificación deficiente a un 27,2 por ciento. Se logró aumentar un 36,4 por ciento la cantidad de estudiantes con una buena apropiación del tema y en igual porcentaje la cantidad de estudiantes con un conocimiento básico acerca de este.

Al analizar estos porcentajes, se concluye que sí es posible y viable utilizar la galería de válvulas como recurso didáctico en el laboratorio de Ingeniería Química 1.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Organizar y construir una galería de exhibición de válvulas típicas de tuberías que permitan al estudiante entender su estructura física, material y de funcionamiento, constituyendo un recurso didáctico en los cursos y laboratorio de Ingeniería Química.

### **Específicos**

1. Organizar y coleccionar juegos de válvulas que representen las tres categorías principales y que puedan exhibirse en una galería de dimensiones razonables.
2. Facilitar las condiciones para que el estudiante pueda apreciar físicamente las características que interesan de estos accesorios.
3. Utilizar el recurso didáctico de la galería de exhibición para los cursos relacionados con la dinámica de fluidos de la carrera de Ingeniería Química.
4. Elaborar un documento sobre el uso de cada tipo de válvula según su clasificación, material, función y operación.
5. Evaluar a estudiantes del laboratorio de Ingeniería Química sobre el efecto del recurso didáctico a través de un examen de aplicación.



## INTRODUCCIÓN

Debido al conocimiento parcial y limitado del estudiante de Ingeniería Química sobre la configuración de las válvulas que refiere la literatura, se requiere de un recurso didáctico que permita reparar detalles de estructura, funcionamiento y concepción tridimensional de las válvulas.

El ingeniero químico debe tener conocimientos y criterios para la selección de equipos y accesorios, es por esto que la carrera de Ingeniería Química requiere de especial atención en el diseño y operación de plantas en la industria, para la obtención de compuestos y productos con transformaciones físicas y químicas.

Un recurso didáctico es un material utilizado para facilitar al docente su función de enseñanza y, al mismo tiempo, para el alumno como parte de su aprendizaje. Por ello, a través del trabajo de graduación se propuso una galería de exhibición de válvulas típicas como recurso didáctico para los cursos de la carrera de Ingeniería Química y como apoyo a esta exhibición, un manual de referencia con contenido teórico de la clasificación de válvulas.

El manual de referencia y la galería de exhibición están estructurados de acuerdo a tres categorías relacionadas con la actividad que realizan las válvulas.



## 1. ANTECEDENTES

El uso de las válvulas data de la época romana con el desarrollo de sistemas de canalización. Emplearon válvulas macho para la apertura, cierre y desviación de flujos. Fueron construidas de bronce, el cual era abundante en plomo, no quebradizo, anticorrosivo, dúctil y soldable a las tuberías. También usaron válvulas de diafragma, unidireccional, de ángulo y de mezcla.

En la Edad Media no se conocen importantes avances en su diseño. En la época del Renacimiento se innovaron por la construcción de canales, proyectos de riego y sistemas hidráulicos.

El máximo desarrollo de las válvulas fue en la época de la Revolución Industrial. En 1705, Thomas Newcomen inventó la primera máquina de vapor donde se debían utilizar para contener y regular el vapor a altas presiones. A partir de esta época aumentó su información.

En la actualidad, los conocimientos sobre sus características, funcionamiento, material y actividad son proporcionados por recursos teóricos con fines didácticos y por trabajos de investigación.

En la enseñanza, los recursos teóricos ilustran sus conceptos básicos, diagramas y fotografías, pero no dan un conocimiento físico.

Dentro de los recursos teóricos está el de Richard Greene, quien en 1989 elaboró el libro Válvulas, selección, uso y mantenimiento, donde describe los aspectos básicos del funcionamiento, operación y mantenimiento de las válvulas.

Warren McCabe, en 1991, con la primera edición de Operaciones unitarias en Ingeniería Química, explica la mecánica de fluidos y las relaciones matemáticas para la operación de válvulas y accesorios.

Robert Mott presenta el libro Mecánica de fluidos en el 2006. Explica los principios de la mecánica de fluidos y la aplicación de estos a la selección y funcionamiento de equipos y accesorios.

En Guatemala existen trabajos de investigación que abordan el tema teórico, pero no con fines didácticos de las propiedades y los tipos de válvulas en distintos materiales, en especial del PVC.

Existe una investigación realizada en el 2007, por el ingeniero Héctor Hugo Arrecis Cabrera, quien elaboró el tema de investigación: Válvulas de PVC, el cual trata sobre las válvulas y su caracterización en este material. Da una breve descripción de cada tipo de válvula en materiales PVC y bronce. Hace una comparación entre ambos e indica los beneficios que las válvulas de PVC aportan para su manejo, colocación, uso y mantenimiento.

## **2. MARCO TEÓRICO**

El tema de este trabajo de graduación se relaciona con los egresados de la carrera de Ingeniería Química, cuando se propone enriquecer la preparación de los profesionales sobre aspectos propios de la aplicación de los conocimientos de procesos en diversos equipos. También con los recursos didácticos utilizados en los cursos teóricos y en los laboratorios, cuando se utilizan medios físicos tridimensionales apropiados, respaldados con una planificación oportuna y de calidad.

El proceso educativo se hace más objetivo cuando se cuenta con una galería que muestra, de forma clasificada, las válvulas de uso más frecuente en los laboratorios y para la resolución de problemas teóricos.

### **2.1. Perfil del egresado de la carrera de Ingeniería Química**

La carrera de Ingeniería Química se enfoca en el diseño, mantenimiento, evaluación, optimización, planificación y operación de plantas en la industria de procesos para la obtención de compuestos y productos con transformaciones físicas y químicas. Es una carrera práctica, en donde el ingeniero químico ha de ser capaz de resolver problemas relacionados a la operación, diseño y puesta en marcha de los equipos industriales y así cumplir con requerimientos de calidad, mantenimiento, seguridad y conservación del medio ambiente.

Dentro del diseño, evaluación y operación de equipos industriales, el ingeniero químico debe plantear soluciones prácticas y económicamente viables.

Para ello, debe contar con conocimientos y criterios de selección, uso y características del equipo y accesorios que elegirá. Los cuales son adquiridos en los cursos: Diseño de Equipo, Flujo de Fluidos o Laboratorio de Ingeniería Química 1.

## **2.2. Recurso didáctico**

Material que se ha elaborado con la intención de facilitar al docente en el cumplimiento de su función de enseñanza y, al mismo tiempo, al alumno en su aprendizaje. Proporciona información y permiten evaluar los conocimientos de los alumnos. Dentro de sus características se encuentran:

- Incide en la transmisión educativa
- Se conciben en relación con el aprendizaje
- Afectan a la comunicación educativa

Es una técnica útil para la enseñanza y aprendizaje del estudiante. Con este se pueden respaldar los cursos teóricos con demostraciones físicas y así completar la información dada a través de: fotografías, diagramas, esquemas y definiciones, que limitan el conocimiento del estudiante sobre la configuración de equipos y accesorios que refiere la literatura.

## **2.3. Válvulas**

Dispositivo mecánico destinado a retener, regular o dar paso a un fluido. Es un instrumento de control debido a su diseño y material. Asimismo, con características específicas, función, material y formas establecidas para realizar un trabajo.

Se encuentran instrumentos o accesorios que se utilizan como una válvula, pero debido a su estructura y función principal, no son considerados como tal. Un ejemplo de ellos es una tabla de madera bloqueando una canaleta, bloquea el paso de agua, pero no es una válvula por sus características, estructura y función inicial.

Dado que una válvula es un elemento formado por varias partes, para cada una se elige el material con las características adecuadas a la función, se fijan las dimensiones de acuerdo a la presión de trabajo, la operación, tipo de ensamblaje a la línea de tuberías y, con la mínima fuga y corrosión en el sistema.

Para su selección se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Actividad: considerar las acciones y el fin que tiene una válvula; bloqueo, retención o regulación.
- Características del fluido: analizar rangos de temperatura, presión, características corrosivas y de viscosidad.
- Costo: en la selección se considera la que tenga un menor costo inicial y de mantenimiento.
- Función en el equipo: establecer si la instalación se realiza en tuberías o canales.
- Influencia de las impurezas: considerar el fluido y su carga de sólidos.
- Mantenimiento: considerar la facilidad y frecuencia de las reparaciones.
- Material: definir el tipo de fluido para su selección.
- Tipo de fluido: especificar si es líquido, sólido fluidizado, gas, vapor o lodo.

Tabla I. **Materiales para distintas temperaturas**

<b>Rango</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Material</b>
Muy alto	1093	Metales refractarios, cerámica
Alto	649 - 871	Aceros aleados para alta temperatura
Intermedio	538	Aceros carbono
	343	Hierro dúctil
	288	Bronce
	232	Hierro fundido
	66	PVC
Bajo	-157	Aceros baja aleación, bronce
Muy bajo	-267	Bronce, hierro dúctil, acero inoxidable austenítico

Fuente: BVALVE. p. 9-50.

Tabla II. **Descripción de la utilidad de cierres en distintos materiales**

<b>Tipo de material</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Resistencia</b>	<b>Utilidad</b>
Buna – n	-12 a 82	Tensión y desgaste, hidrocarburos	Servicios generales de agua. No se recomienda para acetonas, cetonas y nitratos
Bronce	---	Corrosión y químicos	Puede soldarse, para válvulas de alta presión
Teflón	-29 a 204	Químicos y solventes	Para asientos en las válvulas
Cobre/níquel	---	Corrosión de aguas saladas, marinas y soluciones cáusticas	Para discos y asientos de válvulas
Acero inoxidable	---	Corrosión	Para altas temperaturas

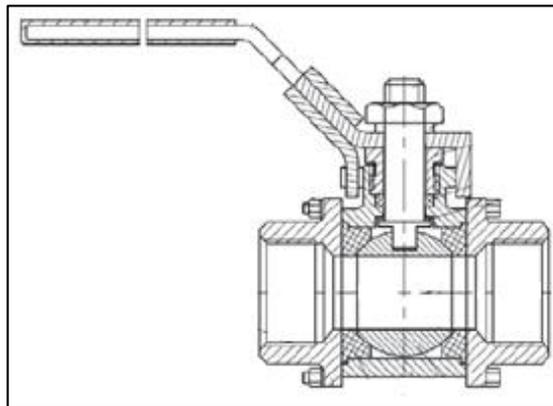
Fuente: BVALVE. p. 9-50.

### 2.3.1. Clasificación de las válvulas

Existen distintas clasificaciones: por material, actividad, operación y función; pero comúnmente, se eligen por la actividad que realizan. Se consideran típicas las siguientes válvulas.

- De regulación
- De bloqueo
- De retención

Figura 1. **Ejemplo de una válvula típica, válvula de bola**



Fuente: COMEVAL. *Válvulas de bola de acero inoxidable.*

<[http://www.comeval.es/pdf/marcas/hoja\\_tecnica\\_BV3\\_INOX.pdf](http://www.comeval.es/pdf/marcas/hoja_tecnica_BV3_INOX.pdf)>

[Consulta: 07 de octubre de 2013]



### 3. DISEÑO METODOLÓGICO

#### 3.1. Variables

Matriz de la relación entre variables definidas para el manual y galería de válvulas, como se muestra en la tabla III.

Tabla III. Relación de las variables estudiadas

<b>Criterio de selección:</b>		<b>Actividad</b>		
<b>Variables involucradas</b>		<b>Regulación</b>	<b>Bloqueo</b>	<b>Retención</b>
Características del fluido	Temperatura	X	X	X
	Presión	X	X	X
	Corrosión	X	X	X
Tipo de fluido	Líquido	X	X	X
	Sólido fluidizado	X	X	X
	Gases	X	X	X
	Vapor	X	X	X
	Lodos	X	X	X
Función del equipo	Tuberías	X	X	X
Operación	Manual	X	X	X
	Motorizado	X	X	X
	Neumático	X	X	X
	Hidráulico	X	X	X
	Eléctrico	X	X	X
Material	Metálico	X	X	X
	No metálico	X	X	X
	Mixto	X	X	X

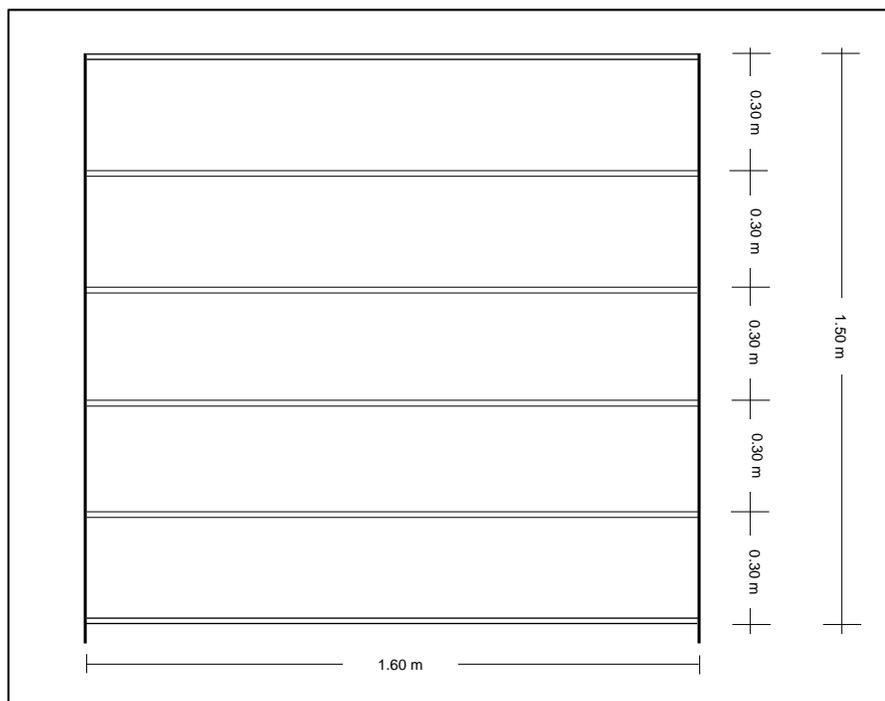
Fuente: elaboración propia.

### 3.2. Delimitación del campo de estudio

La recopilación de la información didáctica del laboratorio de Ingeniería Química 1 y la generalización hacia las actividades más importantes de la Ingeniería Química en Guatemala, sin entrar en especializaciones, definió la galería de exhibición de válvulas típicas, localizada físicamente en el Laboratorio de Operaciones Unitarias, Escuela de Ingeniería Química, ciudad Universitaria, zona 12.

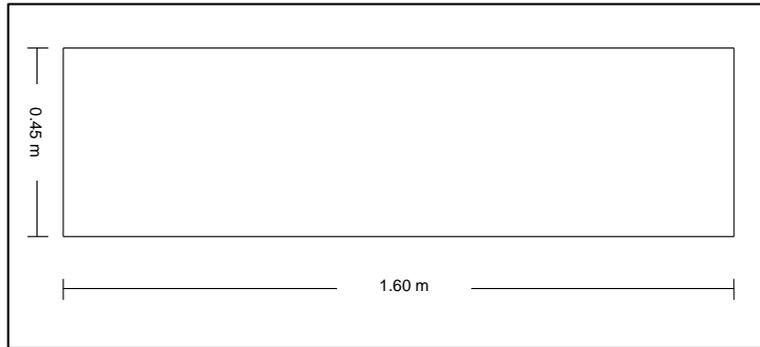
De la figura 2 a la 6 se muestran los dimensionamientos del mobiliario en distintas vistas y, en la figura 7, se presenta una fotografía del mobiliario ya construido y organizado.

Figura 2. **Diagrama bidimensional del mobiliario, vista frontal**



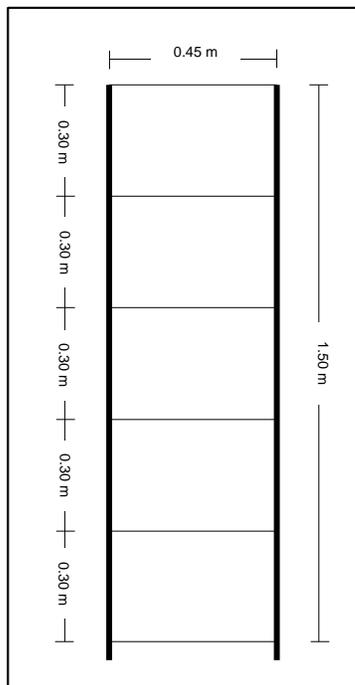
Fuente: elaboración propia.

Figura 3. **Diagrama de la planta del mobiliario**



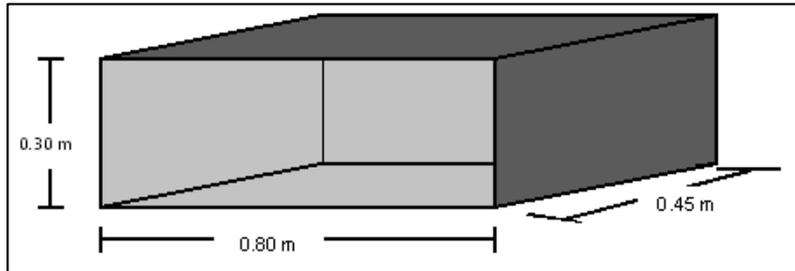
Fuente: elaboración propia.

Figura 4. **Diagrama bidimensional del mobiliario, perfil lateral**



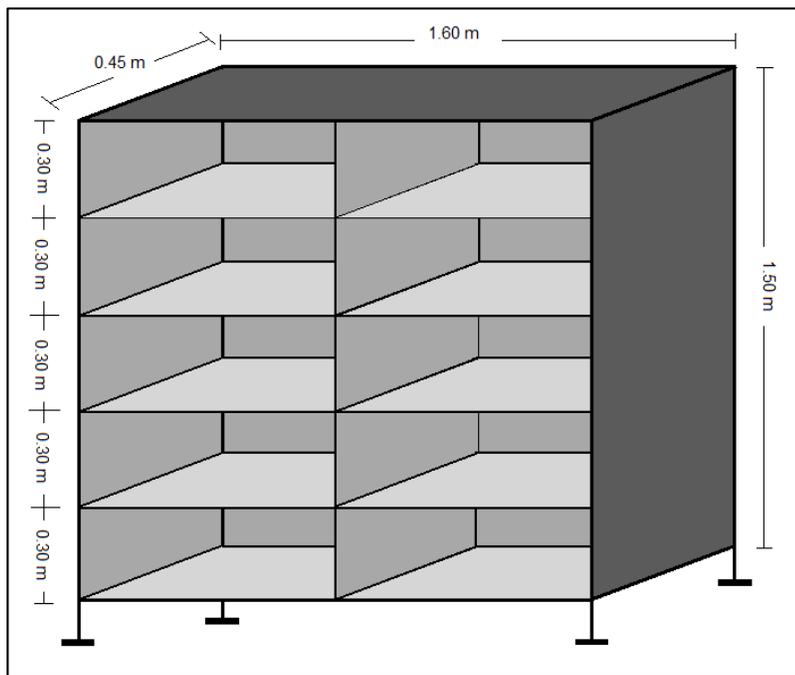
Fuente: elaboración propia.

Figura 5. **Diagrama tridimensional del compartimiento del mobiliario**



Fuente: elaboración propia.

Figura 6. **Diagrama tridimensional del mobiliario**



Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Galería de exhibición de válvulas**



Fuente: Laboratorio de Operaciones Unitarias, edificio T-5, Facultad de Ingeniería.

### 3.3. Recursos humanos disponibles

- Investigadora: Ana Carolina Urbina Chet
- Asesor: Ing. Qco. José Manuel Tay Oroxom
- Estudiantes: Curso de Laboratorio de Ingeniería Química 1, del segundo semestre de 2013.

### 3.4. Recursos materiales disponibles

En la tabla IV se describen los recursos materiales que se necesitaron para el montaje de la galería de válvulas.

Tabla IV. Recursos materiales utilizados

Descripción	Material	Unidades
Válvula de aguja	Bronce	2
Válvula de diafragma	Hierro fundido	2
Válvula de globo	Bronce	1
	PVC	1
Válvula de mariposa	Hierro fundido	1
Válvula de compuerta	Bronce	2
Válvula solenoide	Bronce	2
Válvula de bola	PVC	2
	Acero fundido	1
Válvula de retención vertical	Bronce	1
Válvula de retención horizontal	Bronce	1
	PVC	1
Válvula de pie	PVC	1
Válvula de desahogo	Bronce	1
	Hierro fundido	1
Filtro	Hierro fundido	2
Trampa de vapor	Hierro fundido	2
Unión universal	PVC	1
Mobiliario	Madera	1
Manual descriptivo de válvulas	Papel	1

Fuente: elaboración propia.

### 3.5. Técnica utilizada

El montaje de la galería de válvulas típicas se desarrolló por medio de una técnica cualitativa debido a la naturaleza de la información.

Previo a emplear la galería como recurso didáctico, se realizó un examen diagnóstico al estudiante, para evaluar el conocimiento previamente adquirido sobre la configuración de las válvulas que refiere la literatura.

Durante un semestre académico se realizaron demostraciones físicas tridimensionales de las válvulas, los detalles de su estructura y funcionamiento. Este contenido mostrado en la galería utilizada como recurso didáctico y el apoyo de un manual con información básica de las mismas, se evaluaron en un caso de estudio que los estudiantes resolvieron.

### 3.5.1. Técnica cualitativa

Los resultados del examen diagnóstico y del caso de estudio se analizaron por medio de gráficas e interpretaron para obtener información acerca de la apropiación del tema, sin y con el apoyo de la galería de válvulas.

### 3.6. Recolección y ordenamiento de la información

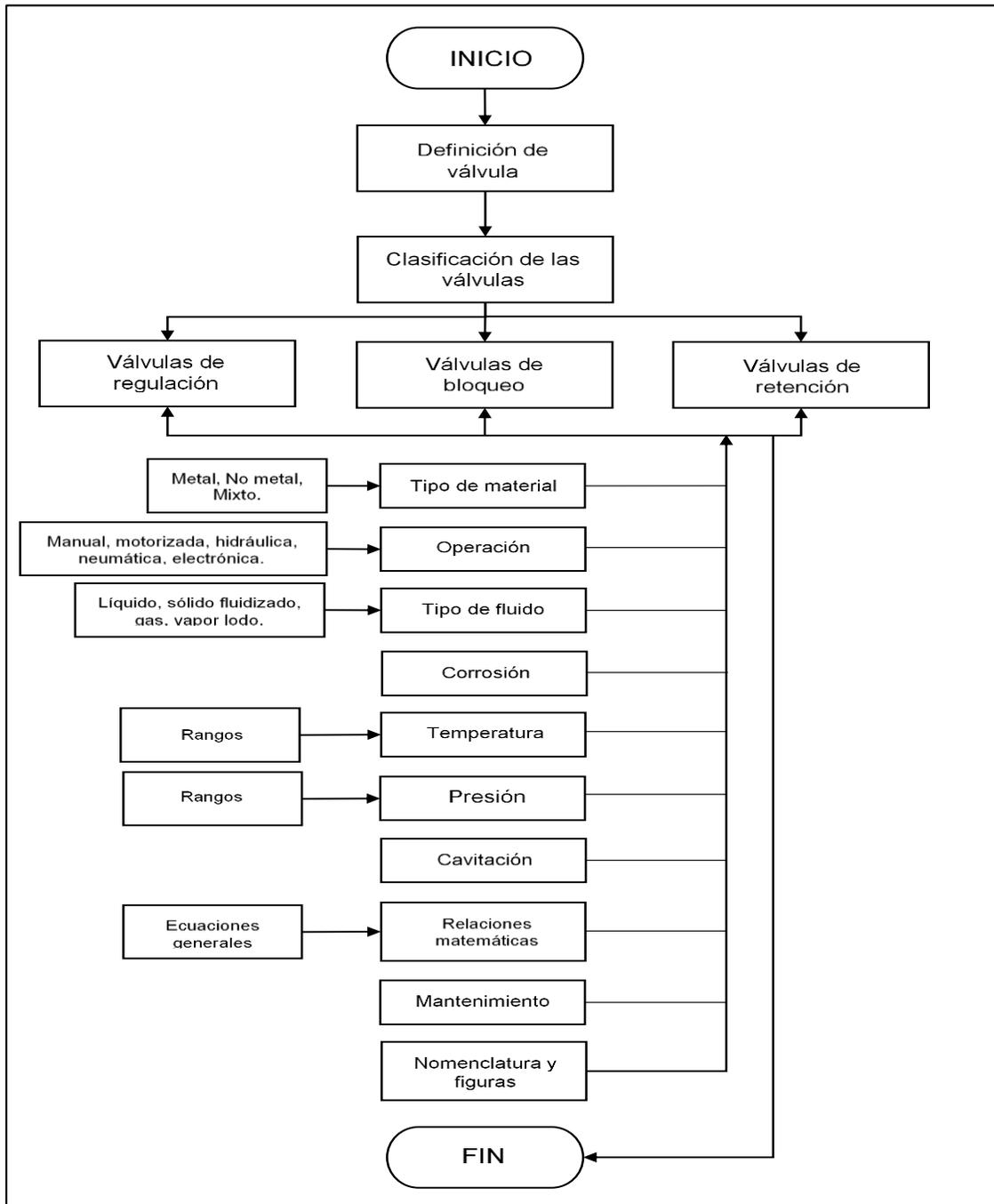
En la tabla V se describe el orden propuesto para la galería de válvulas.

Tabla V. Ordenamiento de la galería de válvulas

<b>Válvulas de regulación</b>				
V <sub>a</sub>	V <sub>b</sub>	V <sub>c</sub>	V <sub>d</sub>	V <sub>i</sub>
<b>Válvulas de bloqueo</b>				
V <sub>e</sub>	V <sub>f</sub>	V <sub>g</sub>	V <sub>h</sub>	V <sub>i</sub>
<b>Válvulas de retención</b>				
V <sub>k</sub>	V <sub>m</sub>	V <sub>q</sub>	V <sub>r</sub>	V <sub>i</sub>
<b>Válvulas otras</b>				
V <sub>s</sub>	V <sub>t</sub>	V <sub>u</sub>	V <sub>x</sub>	V <sub>i</sub>

Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Diagrama del orden propuesto para el manual



Fuente: elaboración propia.

### 3.7. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información

La tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información se realizó por la cantidad de alumnos, asimismo, su nota y porcentaje de aprobación por cada examen realizado.

La tabla VI muestra el ordenamiento de los resultados del examen diagnóstico y caso de estudio respecto al punteo y, la tabla VII, muestra el ordenamiento de estos resultados respecto al porcentaje.

Tabla VI. **Tabulación y ordenamiento de los resultados del examen diagnóstico y caso de estudio**

No. Alumno	Nota /100	Porcentaje (%)
$X_n$	m	Y
$X_{n+1}$	n	Z

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Tabulación y ordenamiento de los resultados para las gráficas del examen diagnóstico y caso de estudio**

Notas			Porcentaje (%)		
0-50	51-69	70-100	0-50	51-69	70-100
Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno
$A_x$	$A_y$	$A_z$	$B_x$	$B_y$	$B_z$

Fuente: elaboración propia.

### 3.8. Análisis estadístico

Para el análisis de los resultados del examen diagnóstico y caso de estudio, se estimaron el promedio estadístico y la desviación estándar.

#### 3.8.1. Promedio estadístico

El promedio estadístico permitió obtener un dato representativo para la variable de medición. De esta manera se tomó en cuenta las posibles variaciones aleatorias.

[Ecuación 1]

$$\bar{a} = \frac{\sum_i^n a_i}{n} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n}$$

Donde:

$\bar{a}$  = valor promedio

$a_i$  = valor i

$n$  = número de datos

#### 3.8.2. Desviación estándar

La desviación estándar permitió cuantificar la dispersión de los valores, para una misma medición respecto al valor promedio, lo cual representó el error aleatorio causado por diversos factores.

[Ecuación 2]

$$s = \sqrt{\frac{\sum_i^n \bar{a} - a_i}{n - 1}}$$

Donde:

$s$	=	desviación estándar
$\bar{a}$	=	valor promedio
$a_i$	=	valor i
$n$	=	número de datos

### 3.8.3. Percentil

Valor que supera un determinado porcentaje de los miembros de una población. Valor usado para comparar cualquier conjunto de datos ordenados. Las gráficas reflejan el nivel de las notas respecto a otras sobre un mismo tema.

[Ecuación 3]

$$P = \frac{L}{N} \times 100 \%$$

Donde:

$P$	=	percentil [%]
$L$	=	número de datos con resultados menor al propuesto
$N$	=	número total de datos

La tabla VIII y IX muestran los datos de los análisis estadísticos para el examen diagnóstico y caso de estudio, respectivamente.

Tabla VIII. **Análisis estadístico para examen diagnóstico**

<b>Examen diagnóstico</b>		
Promedio estadístico		17
Desviación estándar		10
<b>Nota</b>	<b>Cantidad de estudiantes</b>	<b>Percentil (%)</b>
0	1	0
5	5	3
10	9	16
15	7	39
20	6	58
25	3	74
30	4	82
35	2	92
40	1	97

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Análisis estadístico para caso de estudio**

<b>Caso de estudio</b>		
Promedio estadístico		57
Desviación estándar		18
<b>Nota</b>	<b>Cantidad de estudiantes</b>	<b>Percentil (%)</b>
9	1	0
26	1	3
32	3	12
34	1	15
39	1	18
40	1	21
47	1	24
52	1	27
54	1	30
55	4	42

Continuación de la tabla IX.

<b>Nota</b>	<b>Cantidad de estudiantes</b>	<b>Percentil (%)</b>
56	1	45
60	2	52
61	1	55
62	1	58
65	1	61
70	5	76
71	1	79
75	1	82
80	3	91
83	1	94
84	1	97

Fuente: elaboración propia.



## 4. RESULTADOS

### 4.1. Montaje de la galería de válvulas típicas

La figura 9 muestra una fotografía del mobiliario y la colección de válvulas que se utilizaron como recurso didáctico.

Figura 9. Galería de exhibición de válvulas

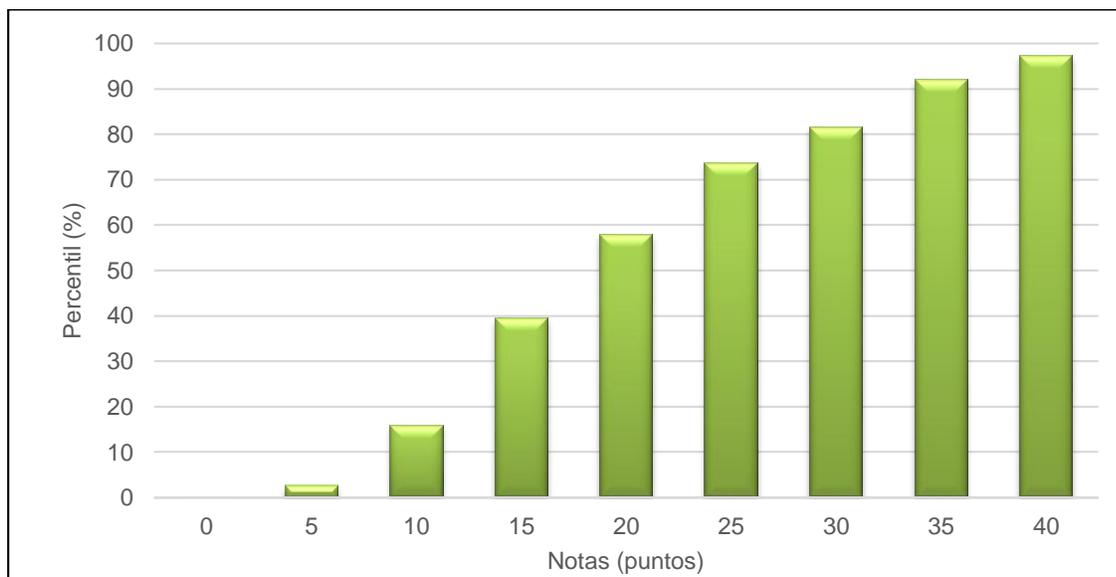


Fuente: Laboratorio de Operaciones Unitarias, edificio T-5, Facultad de Ingeniería.

## 4.2. Examen diagnóstico

Las figuras 10 y 11 muestran las tendencias crecientes de los percentiles del examen diagnóstico en función de las notas y la cantidad de estudiantes. Es el examen evaluado, previo a la utilización de la galería de válvulas como recurso didáctico.

Figura 10. **Examen diagnóstico evaluado por percentiles en función de las notas**



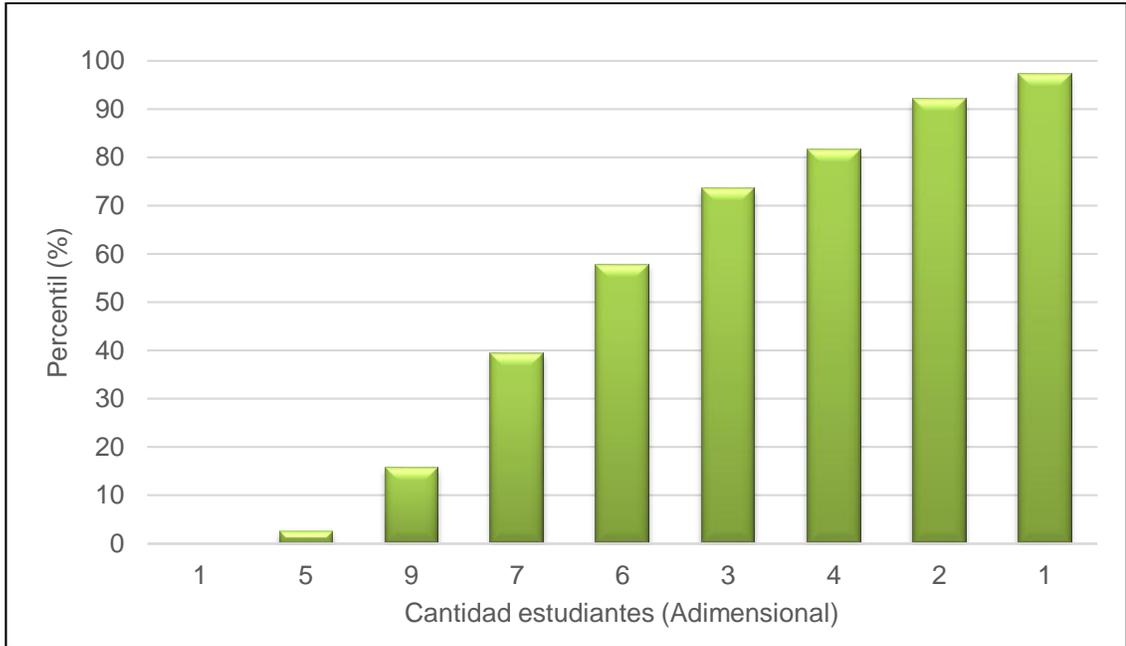
Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Datos de la relación percentil-notas para la figura 10**

	Notas (puntos)								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Percentil (%)	0	3	16	39	58	74	82	92	97

Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Examen diagnóstico evaluado por percentiles en función de la cantidad de estudiantes



Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. Datos de la relación percentil-cantidad de estudiantes para la figura 11

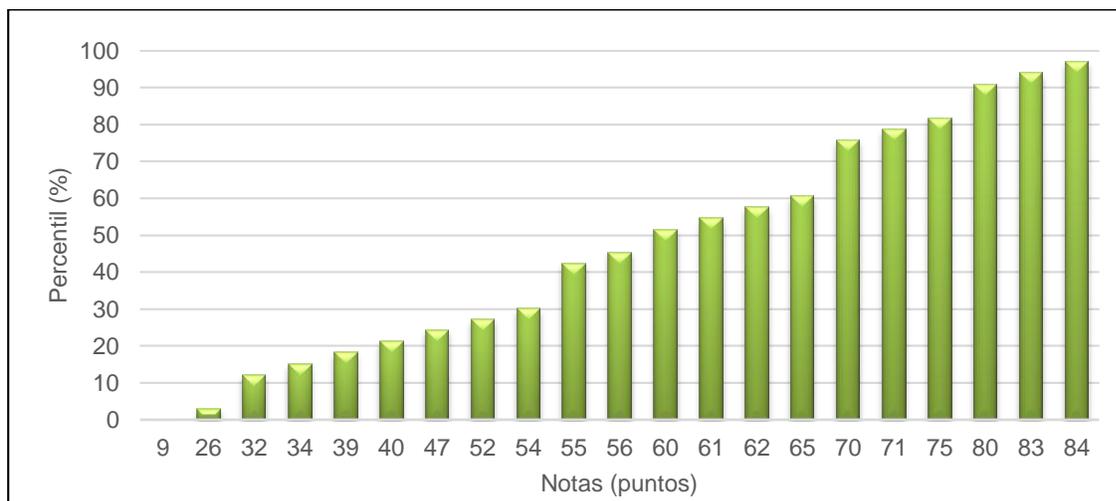
	Cantidad de estudiantes								
	1	5	9	7	6	3	4	2	1
Percentil (%)	0	3	16	39	58	74	82	92	97

Fuente: elaboración propia.

### 4.3. Caso de estudio

Las figuras 12 y 13 muestran las tendencias crecientes de los percentiles del caso de estudio en función de las notas y la cantidad de estudiantes. Es el examen evaluado, posterior a la utilización de la galería de válvulas como recurso didáctico.

Figura 12. **Caso de estudio evaluado por percentiles en función de las notas**



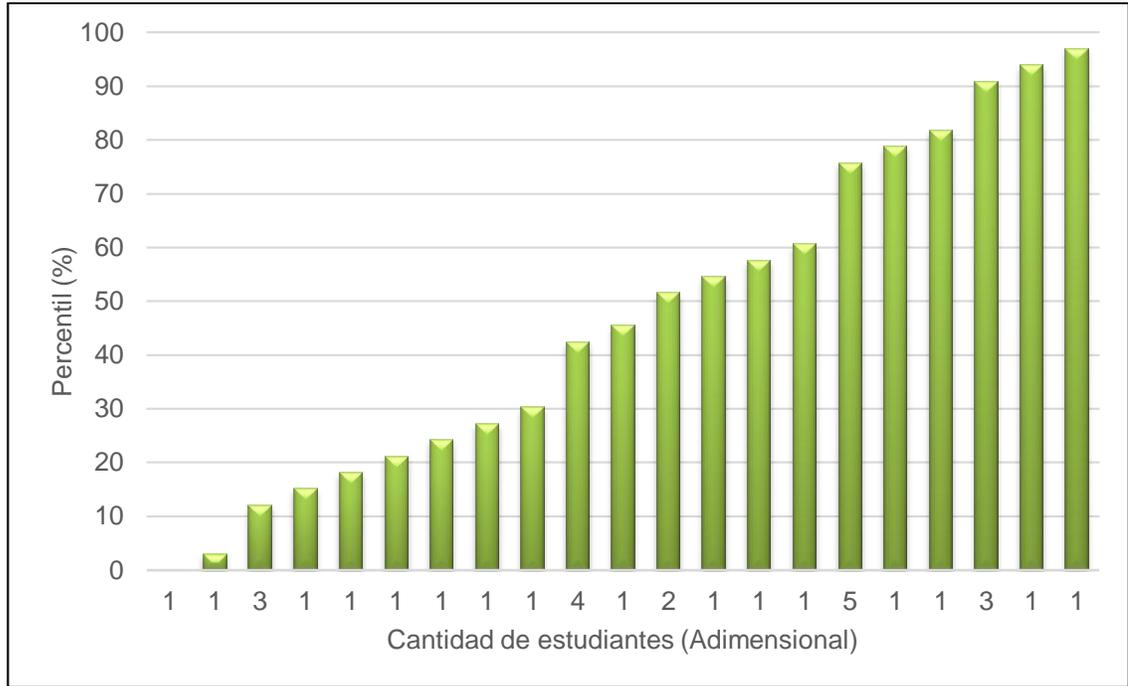
Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Datos de la relación percentil-notas para la figura 12**

	Notas (puntos)										
	9	26	32	34	39	40	47	52	54	55	
<b>Percentil (%)</b>	0	3	12	15	18	21	24	27	30	42	
	Notas (puntos)										
	56	60	61	62	65	70	71	75	80	83	84
<b>Percentil (%)</b>	45	52	55	58	61	76	79	82	91	94	97

Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **Caso de estudio evaluado por percentiles en función de la cantidad de estudiantes**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Datos de la relación percentil-cantidad de estudiantes para la figura 13**

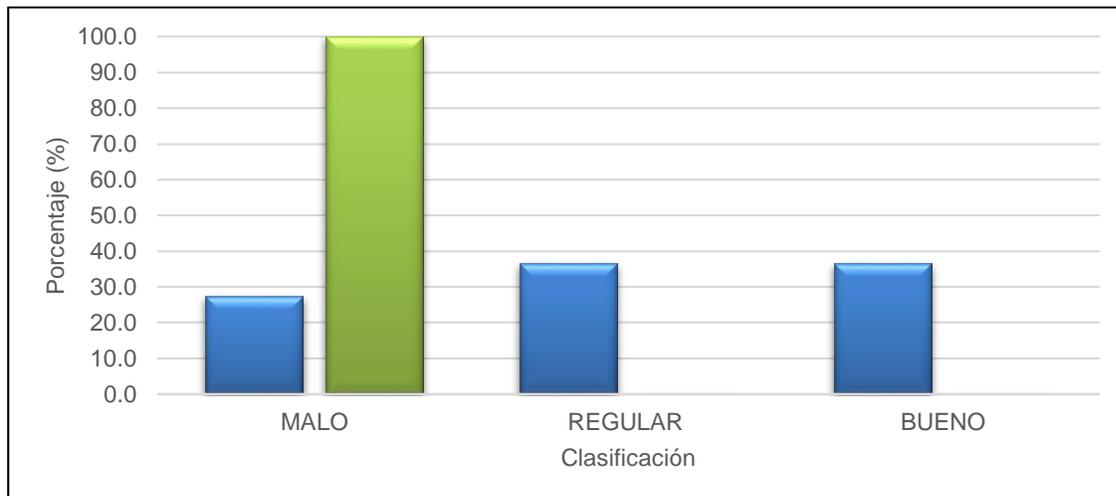
	Cantidad de estudiantes										
	1	1	3	1	1	1	1	1	1	4	
<b>Percentil (%)</b>	0	3	12	15	18	21	24	27	30	42	
	Cantidad de estudiantes										
	1	2	1	1	1	5	1	1	3	1	1
<b>Percentil (%)</b>	45	52	55	58	61	76	79	82	91	94	97

Fuente: elaboración propia.

#### 4.4. Comparación del examen diagnóstico y caso de estudio

En la figura 14 se muestra la comparación de las tendencias de aprobación del examen diagnóstico y caso de estudio, para analizar si la galería de válvulas puede ser utilizada como recurso didáctico.

Figura 14. Comparación de la tendencia de aprobación del examen diagnóstico y caso de estudio



Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. Datos de la comparación del examen diagnóstico y caso de estudio para la figura 14

Examen diagnóstico	Clasificación		
	Malo	Regular	Bueno
Ponderación (puntos)	0-50	51-69	70-100
Porcentaje (%)	100,0	0,0	0,0
Caso de estudio	Clasificación		
	Malo	Regular	Bueno
Ponderación (puntos)	0-50	51-69	70-100
Porcentaje (%)	27,2	36,4	36,4

Fuente: elaboración propia.

## 5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

La figura 9 muestra la galería de válvulas que fue empleada como recurso didáctico. Está ordenada de acuerdo a la actividad que realizan estas, de regulación, bloqueo y retención. La clasificación de válvulas de regulación consta de 2 válvulas de aguja, una de diafragma, dos de globo, y una de mariposa. La clasificación de válvulas de bloqueo comprende dos de compuerta, dos solenoides y tres de bola. La clasificación de válvulas de retención contiene una de retención vertical, dos de retención horizontal, una de pie y una de alivio.

Se realizó una parte adicional que consta de dos filtros, dos trampas de vapor y una unión universal. Si bien, no son válvulas, sí son accesorios representativos del laboratorio de Ingeniería Química 1, que necesitan una demostración tridimensional para respaldar lo que refiere la literatura.

Para evaluar el tipo de datos que se están analizando y las bajas notas de aprobación se utilizó el método del percentil. Se estimaron las tendencias de aprobación del examen diagnóstico y caso de estudio, para interpretar el grado de apropiamiento del tema antes de implementar la galería como recurso didáctico y después de su uso.

Las figuras 10 y 12 muestran los percentiles en función de las notas para el examen diagnóstico y caso de estudio, respectivamente. En la primera se observa que el mejor percentil es el de 40 puntos, indicando que esta nota superó el 97 por ciento de la población que también fue evaluada.

El menor percentil es de 0 puntos, el cual indica que esta nota superó en 0 por ciento la población evaluada. La figura 12 presenta, que mejor percentil es el de 84 puntos superando en 97 por ciento la población evaluada. El menor percentil es el de 9 puntos superando un 0 por ciento la población evaluada.

La figura 10 muestra, que ninguna nota supera los 61 puntos requeridos para ganar un examen, y a pesar de tener un percentil alto, no indica que sea una nota considerablemente buena, pero es la mejor dentro de las notas analizadas en este caso. Esta tendencia del examen diagnóstico demuestra el conocimiento parcial y limitado que existe en el estudiante sobre la configuración de las válvulas que refiere la literatura y la poca comprensión en detalles sobre su estructura y funcionamiento.

Al utilizar la galería como recurso didáctico, se observa en la figura 12, que el grado de notas aumentó de 40 puntos como máxima nota en el examen diagnóstico a 84 puntos. Si se toma un percentil de 50 por ciento como favorable, esta figura describe que a partir de la nota de 60 puntos hasta la de 84 puntos, se consideran como una buena nota de todas las analizadas.

Las figuras 11 y 13 muestran los percentiles en función de la cantidad de estudiantes para el examen diagnóstico y caso de estudio, respectivamente. La figura 11 muestra que solo un estudiante superó el 97 por ciento del resto de la población en conocimiento de válvulas en el examen diagnóstico y, que la mayor cantidad de alumnos se encuentra en el percentil de 16 por ciento con 9 estudiantes.

La figura 13 muestra que la mayor cantidad de alumnos se encuentra en el percentil 76 con 5 estudiantes. Un estudiante supera al 97 por ciento de la población evaluada y un estudiante pierde con 0 por ciento de superación.

Si se toma un percentil de 50 por ciento como favorable, 17 estudiantes se consideran como buenos de toda la población analizada.

En la figura 14 se muestra la comparación de la tendencia de aprobación entre el examen diagnóstico y caso de estudio. Se relacionó el porcentaje de la cantidad de estudiantes y sus notas clasificadas como malo (0-50 puntos), regular (51-69 puntos) y bueno (70-100 puntos).

Además, en la figura 14 se muestra el grado de apropiación del tema de válvulas. Al inicio en el examen diagnóstico, el 100 por ciento de los estudiantes evaluados están en un rango malo, es decir, no superan las notas de 0-50 puntos, como se analizó en la figura 10, la nota máxima fue 40 puntos.

Esta tendencia confirma el problema del tema de trabajo de graduación. El estudiante tiene un desconocimiento en la concepción tridimensional de las válvulas, la ausencia de recursos didácticos con conocimiento físico para respaldar las clases teóricas y las limitaciones técnicas y académicas propias del estudiante para la comprensión de la configuración, estructura y funcionamiento de las mismas.

Durante un semestre académico se realizaron demostraciones físicas por medio de la galería utilizada como recurso didáctico y con el apoyo de un manual que contenía las descripciones fundamentales de las válvulas típicas seleccionadas.

Al finalizar estas demostraciones, se realizó un caso de estudio dando como resultado una disminución del 72,8 por ciento en la cantidad de estudiantes que no superaron notas de 0-50 puntos.

Ahora, solo el 27,2 por ciento de los estudiantes evaluados pertenecen a esta clasificación (0-50 puntos). A pesar de no tener un 100 por ciento de estudiantes con buen apropiamiento del tema (70-100 puntos), se logró obtener que un 36,4 por ciento comparado con el examen diagnóstico de 0 por ciento de aprobación; y un 36,4 por ciento de estudiantes con un conocimiento básico sobre este tema.

## CONCLUSIONES

1. Se construyó y organizó una galería de válvulas típicas ubicada en el laboratorio de Operaciones Unitarias, edificio T-5, Facultad de Ingeniería.
2. La galería ubicada en el laboratorio de Operaciones Unitarias permite apreciar físicamente las características de las válvulas, utilizada esta como recurso didáctico.
3. La galería se complementa con el manual de referencia que incluye las especificaciones, usos y mantenimientos.
4. La tendencia decreciente de notas del examen diagnóstico, demuestra el conocimiento parcial y limitado que existe sobre la configuración de las válvulas en un 100 por ciento de estudiantes evaluados con notas de 0-50 puntos.
5. El 27,2 por ciento de los estudiantes evaluados en el caso de estudio tienen un conocimiento deficiente en el tema de válvulas, un 36,4 por ciento de estudiantes se apropiaron del tema y un 36,4 por ciento obtuvieron un conocimiento básico del tema de válvulas.



## RECOMENDACIONES

1. Implementar la galería de válvulas y el manual de referencia como recurso didáctico permanente en el Laboratorio de Ingeniería Química 1 e involucrar de manera creciente a profesores y estudiantes.
2. Relacionar los cursos teóricos con el Laboratorio de Ingeniería Química 1, por medio de la galería de válvulas como línea fija para la enseñanza-aprendizaje del estudiante en la carrera de Ingeniería Química.
3. Actualizar cada semestre académico la galería de válvulas con nuevas adquisiciones.



## BIBLIOGRAFÍA

1. ARRECIS CABRERA, Héctor Hugo. *Válvulas de PVC*. Decano: Murphy Olympto Paiz. Universidad de San Carlos de Guatemala. Departamento de Biblioteconomía y Documentación, 2007. 98 p.
2. Comeval: Válvulas y productos para el control de fluidos, con calidad, experiencia y rapidez. *Válvulas de bola de acero inoxidable*. [en línea]. España.  
<[http://www.comeval.es/pdf/marcas/hoja\\_tecnica\\_BV3\\_INOX.pdf](http://www.comeval.es/pdf/marcas/hoja_tecnica_BV3_INOX.pdf)>  
[Consulta: 07 de octubre de 2013].
3. GREENE, Richard W. *Válvulas, selección, uso y mantenimiento*. México: McGraw-Hill, 1989. 278 p.
4. McCABE, Warren. *Operaciones unitarias en ingeniería química*. 4a ed. España: McGraw-Hill Interamericana, 1991. 1114 p.
5. MOTT, Robert L. *Mecánica de fluidos*. 6a ed. México: Pearson Educación, 2006. 626 p.
6. *Perfil del egresado y campo de acción*. [en línea]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, junio 2011. Disponible en web: <http://equimica.ingenieria.usac.edu.gt/index.php>.  
[Consulta: 24 de octubre de 2013].

7. STREETER, Víctor L. *Mecánica de los fluidos*. 9a ed. México: McGraw-Hill, 1999. 747 p.

## APÉNDICES

Apéndice 1. Datos de notas del examen diagnóstico

<b>Alumno</b>	<b>NOTA /100</b>	<b>Alumno</b>	<b>NOTA /100</b>
1	30	20	25
2	20	21	20
3	35	22	10
4	20	23	10
5	15	24	20
6	25	25	15
7	15	26	20
8	5	27	0
9	10	28	40
10	15	29	5
11	30	30	5
12	5	31	15
13	5	32	10
14	30	33	10
15	25	34	10
16	35	35	15
17	10	36	30
18	10	37	10
19	15	38	20
<b>Promedio</b>		17	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Criterio y porcentaje de las notas del examen diagnóstico**

	Notas (puntos)			Porcentaje (%)		
	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno
	0-50	51-69	70-100	0-50	51-69	70-100
<b>Cantidad de estudiantes</b>	38	0	0	100	0	0

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Datos de notas del caso de estudio**

Alumno	NOTA /100	Alumno	NOTA /100
1	52	17	40
2	32	18	80
3	60	19	71
4	9	20	75
5	32	21	80
6	80	22	54
7	34	23	65
8	26	24	55
9	61	25	84
10	32	26	70
11	47	27	70
12	39	28	70
13	55	29	55
14	56	30	70
15	70	31	83
16	62	32	60
		33	55
<b>Promedio</b>			<b>57</b>

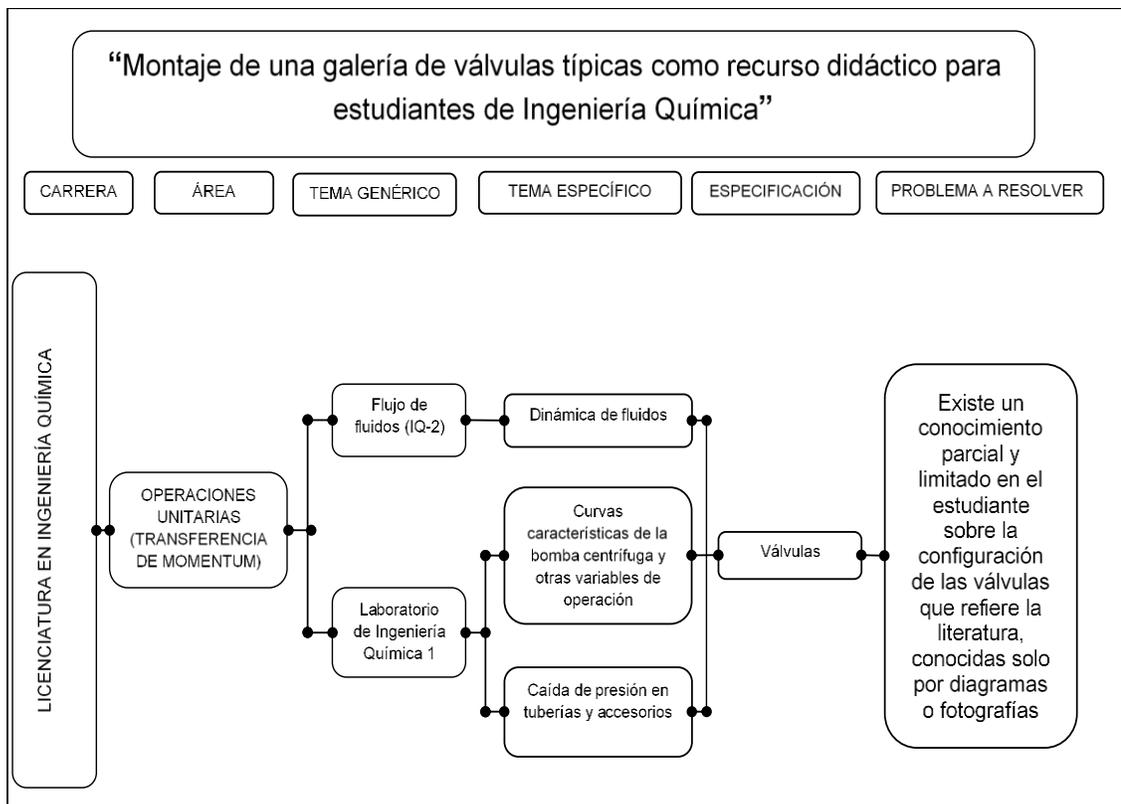
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Criterio y porcentaje de las notas del caso de estudio**

	Notas (puntos)			Porcentaje (%)		
	Malo	Regular	Bueno	Malo	Regular	Bueno
	0-50	51-69	70-100	0-50	51-69	70-100
<b>Cantidad de estudiantes</b>	9	12	12	27,3	36,4	36,4

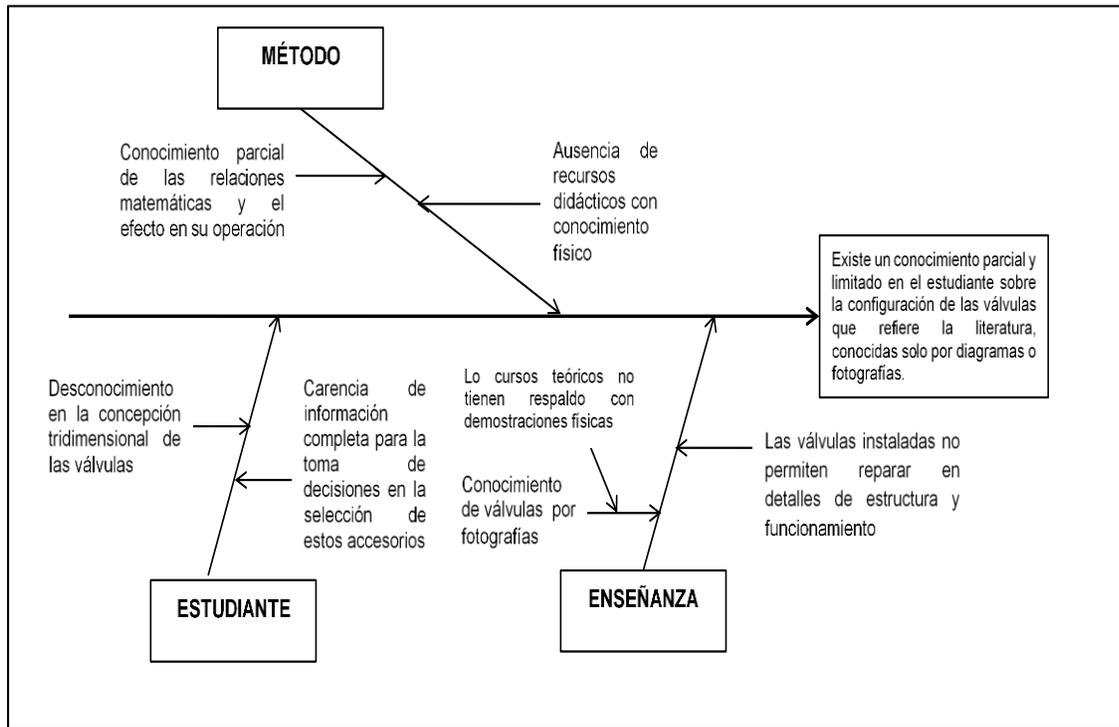
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Requisitos académicos**



Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 6. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 7. Manual de referencia para la galería de válvulas típicas  
como recurso didáctico para estudiantes de Ingeniería Química**



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Química

**MANUAL DE UNA GALERÍA DE VÁLVULAS TÍPICAS COMO RECURSO  
DIDÁCTICO PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**Ana Carolina Urbina Chet**

Asesorado por el Ing. José Manuel Tay Oroxom

Guatemala, noviembre de 2013

Continuación del apéndice 7.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	III
LISTADO DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
1. VÁLVULAS.....	1
1.1. Tipo de accionamiento de válvulas .....	2
1.1.1. Manual.....	2
1.1.2. Motorizada.....	2
1.1.3. Hidráulica .....	2
1.1.4. Neumática .....	3
1.1.5. Electrónica.....	3
1.2. Clasificación de las válvulas.....	3
1.2.1. Válvulas de regulación .....	3
1.2.1.1. Tipos de válvulas.....	4
1.2.1.1.1. Válvulas de aguja.....	4
1.2.1.1.2. Válvula de diafragma.....	7
1.2.1.1.3. Válvula de globo.....	12
1.2.1.1.4. Válvula de mariposa.....	15
1.2.2. Válvulas de bloqueo .....	17
1.2.2.1. Tipos de válvulas.....	17
1.2.2.1.1. Válvula de compuerta....	18
1.2.2.1.2. Válvula solenoide .....	20
1.2.2.1.3. Válvula de bola.....	21
1.2.3. Válvulas de retención .....	23
1.2.3.1. Válvulas de retención unidireccional ....	24

Continuación del apéndice 7.

1.2.3.1.1.	Válvulas de retención vertical .....	24
1.2.3.1.2.	Válvula de retención horizontal .....	26
1.2.3.1.3.	Válvula de pie .....	27
1.2.3.2.	Válvula de desahogo .....	29
1.2.3.3.	Válvula de mariposa .....	30
1.2.4.	Otros accesorios .....	30
1.2.4.1.	Filtro .....	30
1.2.4.2.	Trampa de vapor .....	31
1.3.	Especificaciones .....	32
1.4.	Relaciones matemáticas .....	34
1.4.1.	Caudal .....	34
1.4.2.	Coefficiente de descarga de una válvula .....	37
1.4.3.	Pérdida de presión .....	38
1.5.	Cavitación .....	39
1.6.	Nomenclatura .....	40
1.7.	Mantenimiento .....	41
1.7.1.	Mantenimiento correctivo .....	42
1.7.2.	Mantenimiento preventivo .....	42
BIBLIOGRAFÍA .....		45

Continuación del apéndice 7.

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Identificación de las partes de una válvula de aguja.....	6
2.	Identificación de las partes de una válvula de aguja.....	7
3.	Identificación de las partes de una válvula de diafragma.....	9
4.	Identificación de las partes de una válvula de diafragma.....	12
5.	Identificación de las partes de una válvula de globo.....	14
6.	Identificación de las partes de una válvula de mariposa.....	17
7.	Identificación de las partes de una válvula de compuerta.....	20
8.	Identificación de las partes de una válvula de bola.....	23
9.	Identificación de las partes de una válvula de retención vertical.....	25
10.	Identificación de las partes de una válvula de retención horizontal.....	27
11.	Identificación de las partes de una válvula de pie.....	28
12.	Identificación de las partes de una válvula de desahogo.....	30

Continuación del apéndice 7.

**TABLAS**

I.	Características de temperatura y presión en distintos materiales .....	4
II.	Materiales de una válvula de aguja .....	5
III.	Materiales de una válvula de diafragma .....	8
IV.	Características de rangos de temperatura y presión .....	9
V.	Rangos de temperatura en distintos materiales .....	10
VI.	Rangos de temperatura y presión para distintos fluidos .....	10
VII.	Material del cuerpo de la válvula de globo.....	13
VIII.	Rangos de temperatura, presión y diámetro.....	13
IX.	Rangos de presión para distintos fluidos .....	14
X.	Materiales del cuerpo de la válvula de mariposa.....	15
XI.	Rangos de temperatura, presión y diámetro.....	16
XII.	Relación de diámetro-presión.....	16
XIII.	Relación del material-temperatura-fluido .....	16
XIV.	Relación del material-temperatura-fluido del cuerpo-bonete .....	18
XV.	Relación generalizada del material-temperatura-fluido para la válvula de compuerta.....	19
XVI.	Rangos de presión y diámetro para la válvula de compuerta .....	19
XVII.	Material del cuerpo y tubo interno de una válvula solenoide .....	21
XVIII.	Rangos de temperatura, presión y diámetro.....	21
XIX.	Material para una válvula de bola .....	22
XX.	Rangos de presión y diámetro.....	22
XXI.	Materiales de las partes de una válvula de retención vertical en función de la presión.....	24
XXII.	Rangos de presión-diámetro para una válvula de retención vertical ....	25
XXIII.	Materiales generales para una válvula de retención vertical .....	25
XXIV.	Materiales de las partes de una válvula de retención horizontal en función de la presión.....	26
XXV.	Materiales generales para una válvula de retención horizontal .....	26

Continuación del apéndice 7.

XXVI.	Rangos de presión, diámetro y temperatura para una válvula de retención horizontal.....	27
XXVII.	Materiales generales para una válvula de pie.....	28
XXVIII.	Rangos de presión, diámetro y temperatura para una válvula de pie ...	28
XXIX.	Materiales generales para una válvula de desahogo.....	29
XXX.	Rangos de presión, diámetro y temperatura para una válvula de desahogo .....	29
XXXI.	Materiales generales para un filtro.....	31
XXXII.	Rangos de presión, diámetro y temperatura para un filtro .....	31
XXXIII.	Materiales para una trampa de vapor .....	32
XXXIV.	Rangos de presión, diámetro y temperatura para una trampa de vapor.....	32
XXXV.	Materiales de cierre por tipo de fluido .....	33
XXXVI.	Utilidad de materiales de cierre a distintas temperaturas.....	33
XXXVII.	Materiales generales a distintas temperaturas.....	34
XXXVIII.	Coefficientes de caudal.....	37
XXXIX.	Nomenclatura y codificación relacionada con la galería de válvulas ...	40
XL.	Mantenimiento preventivo-correctivo de distintas válvulas .....	42
XLI.	Guía de posibles deterioros .....	44

Continuación del apéndice 7.

10. ...	210
11. ...	211
12. ...	212
13. ...	213
14. ...	214
15. ...	215
16. ...	216
17. ...	217
18. ...	218
19. ...	219
20. ...	220
21. ...	221
22. ...	222
23. ...	223
24. ...	224
25. ...	225
26. ...	226
27. ...	227
28. ...	228
29. ...	229
30. ...	230
31. ...	231
32. ...	232
33. ...	233
34. ...	234
35. ...	235
36. ...	236
37. ...	237
38. ...	238
39. ...	239
40. ...	240
41. ...	241
42. ...	242
43. ...	243
44. ...	244
45. ...	245
46. ...	246
47. ...	247
48. ...	248
49. ...	249
50. ...	250
51. ...	251
52. ...	252
53. ...	253
54. ...	254
55. ...	255
56. ...	256
57. ...	257
58. ...	258
59. ...	259
60. ...	260
61. ...	261
62. ...	262
63. ...	263
64. ...	264
65. ...	265
66. ...	266
67. ...	267
68. ...	268
69. ...	269
70. ...	270
71. ...	271
72. ...	272
73. ...	273
74. ...	274
75. ...	275
76. ...	276
77. ...	277
78. ...	278
79. ...	279
80. ...	280
81. ...	281
82. ...	282
83. ...	283
84. ...	284
85. ...	285
86. ...	286
87. ...	287
88. ...	288
89. ...	289
90. ...	290
91. ...	291
92. ...	292
93. ...	293
94. ...	294
95. ...	295
96. ...	296
97. ...	297
98. ...	298
99. ...	299
100. ...	300

Continuación del apéndice 7.

### LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>EPR</b>	Caucho etileno propileno
<b>FKM</b>	Caucho fluorado por ASTM
<b>PVC</b>	Cloruro de polivinilo
<b>CPVC</b>	Cloruro de polivinilo Clorado
<b>BS</b>	Estándar británico
<b>BSP</b>	Estándar británico de tubería
<b>ECTFE</b>	Etileno-clorotrifluoroetileno
<b>EPDM</b>	Etileno propileno dieno tipo M
<b>ETFE</b>	Etileno-tetrafluoroetileno
<b>PFA</b>	Perfluoroalcóxido
<b>PCTFE</b>	Policlorotrifluoroetileno
<b>PVDF</b>	Polifluoruro de vinilideno

VII



Continuación del apéndice 7.

## GLOSARIO

<b>Acero al carbono</b>	También llamado acero forjado. Contiene carbono y manganeso como principales componentes. Material maleable de alta resistencia y baja aleación de metal.
<b>Acero inoxidable</b>	Aleación de hierro, carbono, cromo, níquel y molibdeno. Material de alta resistencia a la corrosión, a altas y bajas temperaturas y ciclo de vida largo.
<b>Actuador</b>	Dispositivo mecánico que mueve el vástago de la válvula por una presión neumática, hidráulica o motriz-eléctrica.
<b>Aluminio</b>	Material inerte a los ácidos pero no al álcali, maleable, dúctil, de baja resistencia mecánica y alta propiedad térmica.
<b>Asiento</b>	Abertura a través de la cual pasa el fluido. Parte de la válvula donde se realiza el cierre por medio del contacto con el obturador.
<b>ASTM</b>	Sociedad americana para pruebas de materiales.
<b>Bonete</b>	Pieza principal del conjunto, tapa de cuerpo de la Válvula.

Continuación del apéndice 7.

<b>Bronce</b>	Aleación de cobre y estaño. Material duro, de color amarillo y fácil de trabajar.
<b>Cierre</b>	Unión del cuerpo con el actuador haciendo que la cavidad del cuerpo y el obturador no existan fuga.
<b>Cobre</b>	Material de elevada conductividad, resistente a la corrosión y maleable.
<b>Cuerpo</b>	Parte a través de la cual pasa el fluido. Envoltorio de las partes internas de la válvula.
<b>Diámetro nominal</b>	Tamaño estándar para tuberías de presión.
<b>Ebonita</b>	Material plástico negro de elasticidad en frío y caliente de gran dureza obtenido del caucho endurecido con azufre.
<b>Electroimán</b>	Tipo de imán en el que el campo magnético se genera mediante la circulación de una corriente eléctrica a través de un conductor.
<b>Empaque</b>	Parte montada alrededor del eje metálico que asegura la estanqueidad del fluido.
<b>Fundición nodular</b>	Material con contenido de partículas de grafito que brindan alta resistencia y grado de ductilidad. Fabricado con hierro bajo en azufre, magnesio y aleación de silicio.

X

Continuación del apéndice 7.

<b>Goma</b>	Caucho elástico y resistente obtenido por procesos químicos.
<b>Grafito</b>	Carbono de color negro-gris oscuro, blando laminar.
<b>Hierro dúctil</b>	Tipo de hierro con contenido de magnesio y bajas proporciones de azufre y fósforo que incrementan la resistencia de compresión, abrasión y elasticidad.
<b>Hierro fundido</b>	Aleación de hierro, carbono, silicio, manganeso, fósforo y azufre. Material resistente al desgaste, rotura frágil y baja ductilidad.
<b>Husillo</b>	Tornillo de hierro o de madera de gran diámetro usado en el movimiento de algunas compuertas hidráulicas.
<b>Hypalon</b>	Llamado polietileno clorosulfonado. Caucho sintético de alta resistencia a aceites y temperaturas.
<b>Latón</b>	Aleación de cobre y zinc, maleable y resistente a la corrosión.
<b>Linatex</b>	Caucho 95 por ciento natural de alta elasticidad, solidez y resistencia a cortes, rasgaduras y abrasión.
<b>Maneta</b>	Pieza estrecha y alargada que tienen algunos objetos, sirve para accionar manualmente un mecanismo.

Continuación del apéndice 7.

<b>Monel</b>	Aleación de níquel y cobre resistente a la corrosión y alta resistencia al impacto.
<b>Neopreno</b>	Caucho sintético a base de cloropreno, con alta resistencia al deterioro por aceites, disolventes, oxidación, luz solar o calor.
<b>Obturador</b>	Elemento que hace que la sección de paso varíe, regulando el caudal, obteniendo pérdida de presión. Pieza que realiza la interrupción del fluido.
<b>Teflón</b>	También llamado PTFE. Polímero resistente a altas temperaturas por periodos prolongados, ácidos y bases e insoluble a disolventes orgánicos.
<b>Titanio</b>	Metal de color blanco, ligero, duro, y resistente a la corrosión.
<b>Vástago</b>	Eje que transmite la fuerza de accionamiento al obturador para que este último se posicione.
<b>Vitón</b>	Fluoroelastómero obtenido por la derivación del caucho sintético y fluoropolímero elastómero. Posee alta resistencia fluidos ácidos y básicos, soporta rangos de temperaturas grandes, es de alta dureza, deformación y buen sellado.

## Continuación del apéndice 7.

### 1. VÁLVULAS

Dispositivo mecánico destinado a retener, regular o dar paso a un fluido. Es un instrumento de control debido a su diseño y material.

Dado que una válvula es un elemento formado por varias partes, para cada una, se elige el material con las características adecuadas a la función, se fijan las dimensiones de acuerdo a la presión de trabajo, la operación, tipo de ensamblaje a la línea de tuberías y con la mínima fuga y corrosión en el sistema.

Para su selección se debe tomar en cuenta:

- **Actividad:** considerar las acciones y el fin que tiene una válvula; bloqueo, retención o regulación.
- **Características del fluido:** incluye temperatura, presión, características corrosivas y viscosidad.
- **Fenómenos que propicien la cavitación:** puede presentarse en válvulas de gran carga.
- **Costo:** se selecciona entre dos válvulas la que tenga un menor costo inicial y de mantenimiento.
- **Función en el equipo:** si la instalación se realiza en tuberías o canales.
- **Influencia de las impurezas:** considerar el fluido y su carga de sólidos.
- **Mantenimiento:** considerar la facilidad y frecuencia de las reparaciones.
- **Material:** depende del tipo de fluido y pueden ser metálicas, no metálicas y mixtas.
- **Tipo de fluido:** líquidos, sólidos fluidizados, gases, vapores y lodos.

## Continuación del apéndice 7.

### **1.1. Tipo de accionamiento de válvulas**

El accionamiento puede ser:

#### **1.1.1. Manual**

Este tipo exige una acción directa del usuario para efectuar su operación, así, el obturador es movido por la misma fuerza ejercida. Se utiliza en líneas donde la operación no es frecuente o para poder aislar zonas de un proceso cuando sea necesario.

#### **1.1.2. Motorizada**

Se acciona por un motor que controla la apertura o cierre de una válvula. Tiene un motor eléctrico el cual manda una señal que abre o cierra el paso del fluido por un determinado tiempo. La apertura de la válvula puede ser total o parcial.

#### **1.1.3. Hidráulica**

Es un tipo de operación con control en el almacenaje o transferencia de fluido. La válvula se mantiene cerrada por medio de un resorte, se acciona cuando se aplica una presión hidráulica. La pérdida de presión cierra la válvula y corta el flujo. Este tipo de accionamiento no es recomendable para mantener la presión durante periodos de tiempo que excedan de 24 horas. Si un sistema debe mantenerse abierto, pero emplea un accionamiento hidráulico, la palanca de éste debe ser accionada ocasionalmente para mantener la propia presión.

## Continuación del apéndice 7.

### 1.1.4. Neumática

Es un accionamiento de membrana con membrana enrollable y resortes internos. Convierten el aire comprimido en trabajo para la abertura o cierre de la válvula. Tienen rozamientos mínimos y una fuerza de empuje y velocidad de posicionamiento elevado.

### 1.1.5. Electrónica

En este tipo de accionamiento, la válvula está normalmente cerrada y solo abre el paso del fluido durante el tiempo en que se envía corriente al electroimán. Al momento de ya no pasar corriente, un resorte cierra el paso.

## 1.2. Clasificación de las válvulas

Existen distintas clasificaciones, por material; actividad; operación y función, pero comúnmente se eligen por la actividad que realizan. Se consideran típicas las siguientes válvulas:

- De regulación
- De bloqueo
- De retención

### 1.2.1. Válvulas de regulación

Esta categoría de válvulas se utiliza para realizar el control de caudal de paso controlando la posición relativa del obturador respecto al asiento. También se utiliza para el control de presión de las distintas corrientes de proceso.

## Continuación del apéndice 7.

### 1.2.1.1. Tipos de válvulas

Las siguientes válvulas representan la categoría de válvulas de regulación.

#### 1.2.1.1.1. Válvulas de aguja

Se utiliza para regular un fluido con un estrangulamiento preciso. Tiene un vástago cónico el cual funciona como un obturador sobre un orificio de diámetro pequeño en relación al diámetro nominal de la válvula. Por la estabilidad, precisión y diseño del obturador, la válvula de aguja tiene un buen sellado metálico con poco desgaste evitando la cavitación a grandes presiones diferenciales.

Son adecuadas para líquidos, líquidos corrosivos y gases en tuberías. Entre los tipos de sellos se encuentran plástico – metal, metal – plástico y metal – metal. Los dos primeros tipos de sellos son ideales para regular el flujo de gas ya que crean una superficie de sellado grande. El sellado de metal – metal es utilizado para regular el flujo de líquido. El tamaño de orificio oscila de 2 a 9,5 milímetros.

Tabla I. Características de temperatura y presión en distintos materiales

Nombre del material	Acero inoxidable 316	Latón	Acero al carbono	Monel 400
Temperatura (°C)	Presión de servicio (bar)			
-53 a -28	344	206	---	206
-28 a 37	344	206	206	206
93	295	161	188	181
121	281	151	185	176
148	266	141	183	170

Continuación del apéndice 7.

Continuación de la tabla I.

Nombre del material	Acero Inoxidable 316	Latón	Acero al carbono	Monel 400
Temperatura (°C)	Presión de servicio (bar)			
176	255	101	180	167
204	245	26	---	164
232	236	---	---	163
260	228	---	---	163
315	215	---	---	---

Fuente: VALVIAS. <<http://www.valvias.com/tipos-de-valvulas.php>> [consulta: julio de 2013].

Tabla II. Materiales de una válvula de aguja

Identificación	Materiales de construcción	Materiales del cuerpo de la válvula			
		Acero inox. ASTM 316	Latón	Acero al carbono	Monel 400
A	Mando redondo	Fenólico con inserto de latón			
B	Tornillo de sujeción	Acero al carbono recubierto de cadmio			
C	Tuerca de la empaquetadura	Acero inox. ASTM 316/A276	Latón ASTM 360/B16	Hierro 12L14/ASTM A108	Monel 400/ASTM B164
D	Manguito	Acero inox. ASTM 304/A240, A167			
E	Muelles de empaquetadura	Acero inox./ASTM A693			
F	Casquillo	Acero inox. 316/A240, A276, B783			
G	Empaquetadura superior	PFA/D3307			
H	Empaquetadura inferior				
I	Manguito inferior	Acero inox. 316/A240			Monel 400/B127
J	Vástago de regulación	Acero inox. 316 recubierto de cromo/A276	Acero inox. 316/A276		Monel 400/B127
K	Vástago en V				
L	Vástago asiento blando				
M	Obturador	PCTFE/D1430			
N	Tuerca de panel	Acero inox. 316	Latón 360/B16	Acero inox. 316	
O	Lubricante	Con base de disulfuro de tungsteno y fluorocarbono			

Fuente: VALVIAS. <<http://www.valvias.com/tipos-de-valvulas.php>> [consulta: julio de 2013].

Continuación del apéndice 7.

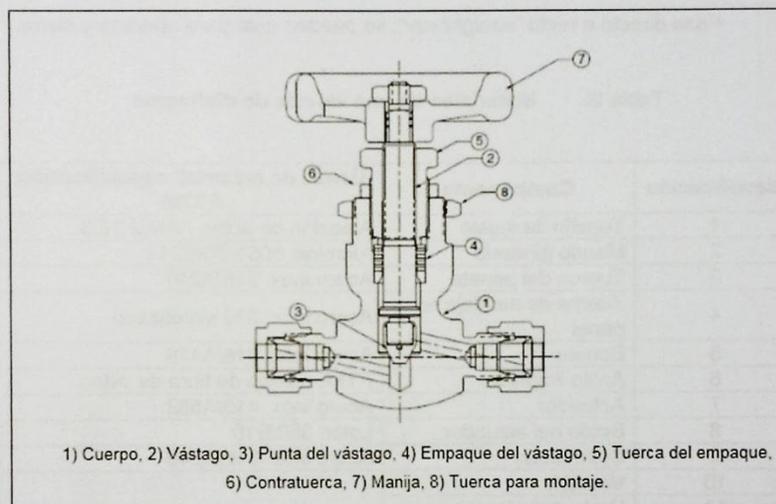
Figura 1. Identificación de las partes de una válvula de aguja

Identificación	Componente	Identificación	Componente
A		H	
B		I	
C		J	
D		K	
E		L-M	
F		N	
G			

Fuente: VALVIAS. <<http://www.valvias.com/tipos-de-valvulas.php>> [consulta: julio de 2013].

Continuación del apéndice 7.

Figura 2. **Identificación de las partes de una válvula de aguja**



Fuente: VALVIAS. <<http://www.valvias.com/tipos-de-valvulas.php>> [consulta: julio de 2013].

#### 1.2.1.1.2. **Válvula de diafragma**

Se utiliza para la apertura, corte o regulación de líquidos que pueden llevar gran cantidad de sólidos en suspensión y es de rápida apertura. En este tipo de válvulas, se aísla el fluido de las partes del mecanismo de operación evitando la contaminación hacia o del exterior. Son adecuadas para servicios corrosivos y viscosos, pastas semi-líquidas fibrosas, lodos, alimentos y productos farmacéuticos. Son utilizadas para tubería soldada. La válvula de diafragma puede operar de forma manual, con actuador neumático o actuador eléctrico. Existen dos tipos de válvulas de diafragma:

Continuación del apéndice 7.

- Paso restringido o integral "Wier": se pueden usar en servicios de apertura, cierre o regulación.
- Paso directo o recto "straightway": se pueden usar para apertura y cierre.

Tabla III. **Materiales de una válvula de diafragma**

Identificación	Componente	Grado de material/ especificación ASTM
1	Tornillo de ajuste	Aleación de acero / ANSI 18.3
2	Mando giratorio	Aluminio 6061-T6/B211
3	Tuerca del bonete	Acero inox. 316/A240
4	Tuerca de montaje en panel	Acero inox. 316 sintetizado
5	Bonete	Acero inox. 316/A479
6	Anillo limpiador	PTFE relleno de fibra de vidrio
7	Actuador	Acero inox. 416/A582
8	Botón del actuador	Latón 360/B16
9	Diafragmas	Acero inox. 316/A240
10	Vástago	Acero inox. 316L/A479
11	Unión del vástago	
12	Alojamiento del obturador	
13	Obturador	PCTFE/D1430
14	Muelle	Acero inox. 316/A313
15	Junta	Acero inox. 316L recubierto de PTFE/A240
16	Guía	Acero inox. 316electropulido/A479
17	Cuerpo	Acero inox. 316L/A479

Fuente: VALVIAS. <<http://www.valvias.com/tipos-de-valvulas.php>>, COMEVAL. <<http://www.comeval.es/productos.html>> [Consulta: julio de 2013].

Continuación del apéndice 7.

Figura 3. Identificación de las partes de una válvula de diafragma

Identificación	Componente	Identificación	Componente
1		8	
2		9	
3		10, 11, 12 13	
4		14	
5		15	
6		16	
7		17	

Fuente: VALVIAS. <<http://www.valvias.com/tipos-de-valvulas.php>>, COMEVAL.  
<<http://www.comeval.es/productos.html>> [Consulta: julio de 2013].

Tabla IV. Características de rangos de temperatura y presión

Rangos		
Temperatura (°C)	Presión (bar)	Diámetro (pulg)
-34 a 177	200.15 a 600	½ a 14

Fuente: VALVIAS. <<http://www.valvias.com/tipos-de-valvulas.php>>, COMEVAL.  
<<http://www.comeval.es/productos.html>> [Consulta: julio de 2013].

Continuación del apéndice 7.

Tabla V. Rangos de temperatura en distintos materiales

Material	Rango de temperatura (°C)
Goma natural	-32 a 82
Neopreno	-32 a 93
Hypalon	-34 a 121
Goma etileno propileno	-34 a 149
Viton	-29 a 177
TFE	-26 a 100
EPR blanco	-34 a 149
Butilo blanco	-26 a 100

Fuente: VALVIAS. <<http://www.valvias.com/tipos-de-valvulas.php>>, COMEVAL.  
<<http://www.comeval.es/productos.html>> [Consulta: julio de 2013].

Tabla VI. Rangos de temperatura y presión para distintos fluidos

Material	Tipo de fluido	Rango de presión (bar)	Rango de temperatura (°C)
Hierro fundido	Agua	Máx. 16	-10 a 175
	Líquidos tóxicos		
	Tratamiento de agua		
	Pulpa		
Ebonita	Sales en agua	Máx. 16	-10 a 85
	Ácidos minerales diluidos		
	Agua clorada		
	Agua des ionizada		
	Agua potable		
Butilo	Mezclas corrosivas	Máx. 16	-40 a 110
	Mezclas abrasivas		
	Ácidos minerales		
	Mezclas ácidas		

Continuación del apéndice 7.

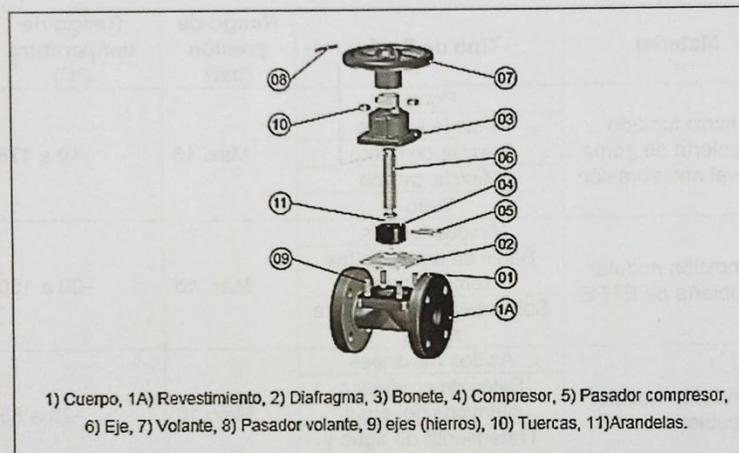
Continuación de la tabla VI.

Material	Tipo de fluido	Rango de presión (bar)	Rango de temperatura (°C)
Hierro fundido recubierta de goma natural anti abrasión	Polvo	Máx. 16	-10 a 175
	Mezcla arcillas		
	Mezcla cemento		
	Mezcla carbón		
	Yeso		
Fundición nodular recubierta de ETFE	Ácidos fuertes	Máx. 16	-20 a 150
	Sales en agua a altas temperatura		
	Solventes a temperatura media		
Fundición nodular recubierta de PP	Ácidos minerales	Máx. 16	-20 a 85
	Sales de productos químicos del agua		
	Tratamiento de agua y efluentes		
Hierro fundido recubierta de PFA	Ácidos minerales concentrados en solventes a alta temperatura	Máx. 16	-20 a 175
	Aromáticos		
	Alifáticos		
	Tratados con cloro		
Hierro fundido recubierto de PTFE	Ácidos minerales concentrados en solventes a alta temperatura	Máx. 16	-20 a 175
	Aromáticos		
	Alifáticos		
	Tratados con cloro		

Fuente: VALVIAS. <<http://www.valvias.com/tipos-de-valvulas.php>>, COMEVAL. <<http://www.comeval.es/productos.html>> [Consulta: julio de 2013].

Continuación del apéndice 7.

Figura 4. Identificación de las partes de una válvula de diafragma



Fuente: VALVIAS. <<http://www.valvias.com/tipos-de-valvulas.php>>. [Consulta: julio de 2013].

#### 1.2.1.1.3. Válvula de globo

Es una válvula unidireccional utilizada comúnmente para la regulación de fluidos, para un corte positivo de gases y aire. Es de uso frecuente debido a la poca fricción y control del fluido. Introduce una caída de presión en la línea y proporciona un cierre hermético. El cierre puede ser de metal – metal, permitiendo su uso para condiciones críticas. El cierre de la válvula se logra mediante un disco o tapón que corta el paso del fluido en un asiento normalmente ubicado en paralelo a la circulación del fluido, este asiento causa turbulencia y resistencia al paso del líquido.

Continuación del apéndice 7.

Tiene un sentido de flujo determinado marcado por una flecha en el cuerpo de la válvula. La presión del fluido debe ejercerse normalmente desde abajo en el disco. La fuerza para cerrar este tipo de válvula es parcialmente mayor comparado con válvulas de compuerta y de bola, pero el recorrido del vástago es menor.

Este tipo de válvula puede mantener constante la presión de entrada y salida, comportándose como un controlador de presión y de posibles oleajes en la tubería. Se emplea para líquidos, vapores, gases, líquidos corrosivos, aceites y lodos en tuberías. Tiene una gran caída de presión y costo elevado. Pueden operar de forma manual o automática.

Tabla VII. **Material del cuerpo de la válvula de globo**

Tipo de material		
Cuerpo	Asiento	Obturador
Acero forjado	Acero inoxidable AISI 316 bronce	Acero inoxidable AISI 316 Bronce Fibra Teflón
Acero inoxidable		
Bronce		
Hierro		
Hierro fundido		
Plásticos		

Fuente: COMEVAL. <<http://www.comeval.es/productos.html>> [Consulta: junio de 2013].

Tabla VIII. **Rangos de temperatura, presión y diámetro**

Rangos		
Temperatura (°C)	Presión (psig)	Diámetro (pulg)
-40 a 232	3 a 600	½ a 24

Fuente: COMEVAL. <<http://www.comeval.es/productos.html>> [Consulta: junio de 2013].

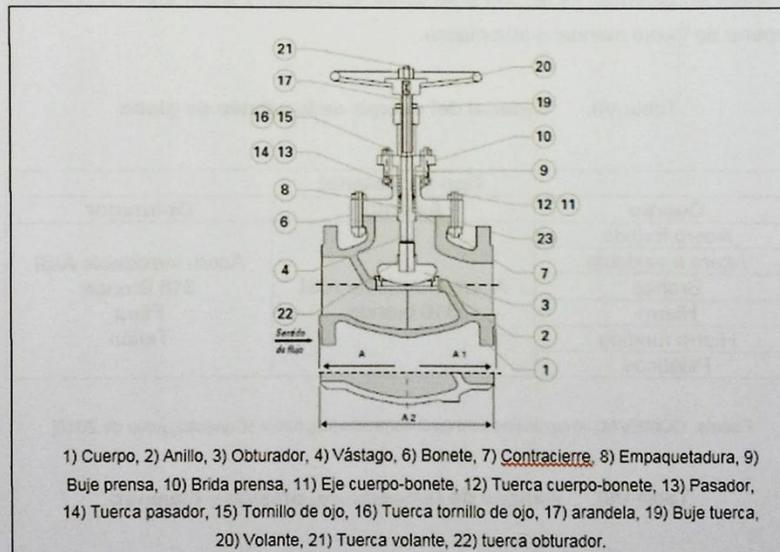
Continuación del apéndice 7.

Tabla IX. Rangos de presión para distintos fluidos

Material	Tipo de fluido	Rango de presión (psig)
Bronce	Agua	300 a 600
	Vapor	125 a 150
Acero forjado	Líneas de vapor	800

Fuente: COMEVAL. <<http://www.comeval.es/productos.html>> [Consulta: junio de 2013].

Figura 5. Identificación de las partes de una válvula de globo



Fuente: empresa en estudio.

## Continuación del apéndice 7.

### 1.2.1.1.4. Válvula de mariposa

Se emplean para el control de grandes caudales de fluidos a baja presión. Su funcionamiento es de una rotación de 90 grados del disco para abrirla produciendo un bajo desgaste en el eje y poca fricción. Se adapta a distintos tamaños, presiones, temperaturas y conexiones a un costo bajo. Se emplea para cualquier tipo de gas, líquido, lodos y líquidos con sólidos en suspensión en tubería. Dependiendo del tipo de recubrimiento (PTFE) son apropiadas para el control, regulación y cierre total en aplicaciones químicas con fluidos agresivos y corrosivos.

Su operación puede ser manual, hidráulica o con posibilidad de automatización. Tiene una pequeña pérdida de carga y es propensa a la cavitación.

Tabla X. **Materiales del cuerpo de la válvula de mariposa**

Tipo de material	
Cuerpo	Disco
Acero al carbono	Acero fundido
Acero forjado	Acero inoxidable
Acero inoxidable	Bronce
Aluminio	Hierro dúctil
Bronce	
Hierro	
Hierro dúctil	

Fuente: COMEVAL. <<http://www.comeval.es/productos.html>> [Consulta: junio de 2013].

Continuación del apéndice 7.

Tabla XI. Rangos de temperatura, presión y diámetro

Rangos		
Temperatura (°C)	Presión (bar)	Diámetro (pulg)
-60 a 450	10 a 25	2 a 24

Fuente: COMEVAL. <<http://www.comeval.es/productos.html>> [Consulta: junio de 2013].

Tabla XII. Relación de diámetro-presión

Diámetro (pulg)	Presión (bar)
2 a 12	12
14 a 20	10

Fuente: COMEVAL. <<http://www.comeval.es/productos.html>> [Consulta: junio de 2013].

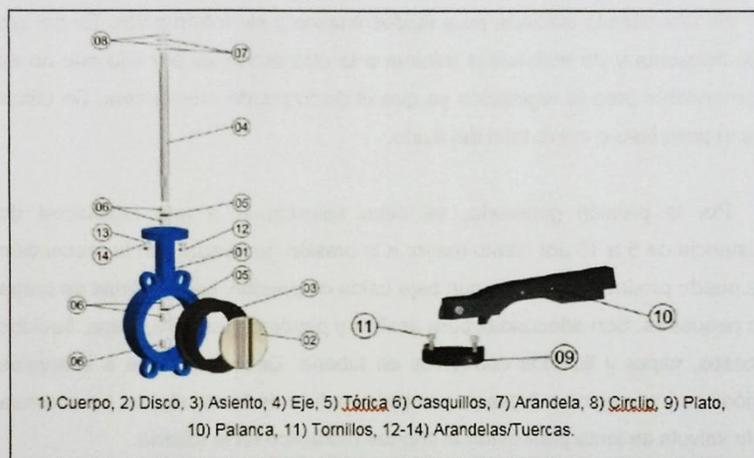
Tabla XIII. Relación del material-temperatura-fluido

Material	Tipo de fluido	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)
EPDM	---	121	-40
Buna-N	Hidrocarburos	100	-18
FKM	---	204	-18
EPT	Vapor Soluciones alcalinas	135	-34
Neopreno negro	Alimentos Aceites Salmueras	82	-18
Hypalon	Hidrocarburos Ácidos	82	-18
Viton	Agentes químicos agresivos No vapor No agua caliente	149	-6
Goma natural	Material seco No solventes No aceite	82	-34
Teflón	Agentes químicos No ácidos fumantes No aminas	---	---

Fuente: ACESUR. <[http://www.acesur.com.ar/catalogo\\_acesur.pdf](http://www.acesur.com.ar/catalogo_acesur.pdf)>. [Consulta: agosto 2013].

Continuación del apéndice 7.

Figura 6. Identificación de las partes de una válvula de mariposa



Fuente: empresa en estudio.

### 1.2.2. Válvulas de bloqueo

Este tipo de válvula es utilizada para el control de la presión en equipos, tanques, depósitos o líneas; evitando daños a consecuencia de vacío o alta presión. Las válvulas automáticas son de aplicación para un corte inmediato de la corriente de fluido ante fallos en el equipo. El accionamiento de este tipo de válvula es automático y manual, por lo que no necesita alguna señal externa para entrar en funcionamiento.

#### 1.2.2.1. Tipos de válvulas

Las siguientes válvulas representan la categoría de válvulas de bloqueo.

## Continuación del apéndice 7.

### 1.2.2.1.1. Válvula de compuerta

Es una válvula utilizada para fluidos limpios y sin interrupción. Es de uso poco frecuente y de resistencia mínima a la circulación es por ello que no es recomendable para la regulación ya que el disco puede erosionarse. Se utiliza para el paso libre o cierre total del fluido.

Por la presión generada, se debe seleccionar a una capacidad de resistencia de 5 a 10 por ciento mayor a la presión generada, con la precaución que puede producir cavitación con baja caída de presión. Las pérdidas de carga son pequeñas. Son adecuadas para aceites y petróleo, gas, aire, lodos, líquidos viscosos, vapor y líquidos corrosivos en tubería. Debe lubricarse a intervalos periódicos y corregir las fugas por empaquetadura de forma rápida. La abertura de la válvula es lenta para evitar el choque hidráulico en la tubería.

Tabla XIV. **Relación del material-temperatura-fluido del cuerpo-bonete**

<b>Material</b>	<b>Tipo de fluido</b>	<b>Rango de temperatura (°C)</b>
<b>Cuerpo – bonete</b>		
Acero carbono	Gas, agua, aceite no corrosivos	-29 a 427
Acero carbono para baja temperatura	Gas, agua, aceite no corrosivos	-46 a 343
3.5 % Niquel	---	-101 a 343
Hierro fundido	Servicio corrosivo criogénico	-253 a 649

Fuente: ACESUR. <[http://www.acesur.com.ar/catalogo\\_acesur.pdf](http://www.acesur.com.ar/catalogo_acesur.pdf)>. [Consulta: julio 2013].

Continuación del apéndice 7.

Tabla XV. **Relación generalizada del material-temperatura-fluido para la válvula de compuerta**

Parte de la válvula	Tipo de material
Cuerpo	Acero Fundido ASTM A216WCB
Asiento	13Cr/HF/CF8/CF8M
Cuña	13Cr/HF/CF8/CF8M
Husillo	F6A/304/316
Junta	Grafito
Bonete	Acero fundido ASTM A216WCB Acero inox. ASTM A351CF8/CF8M
Empaquetadura	Grafito
Volante	Hierro fundido Fundicion nodular

Fuente: ACESUR. <[http://www.acesur.com.ar/catalogo\\_acesur.pdf](http://www.acesur.com.ar/catalogo_acesur.pdf)>. [Consulta: julio 2013]

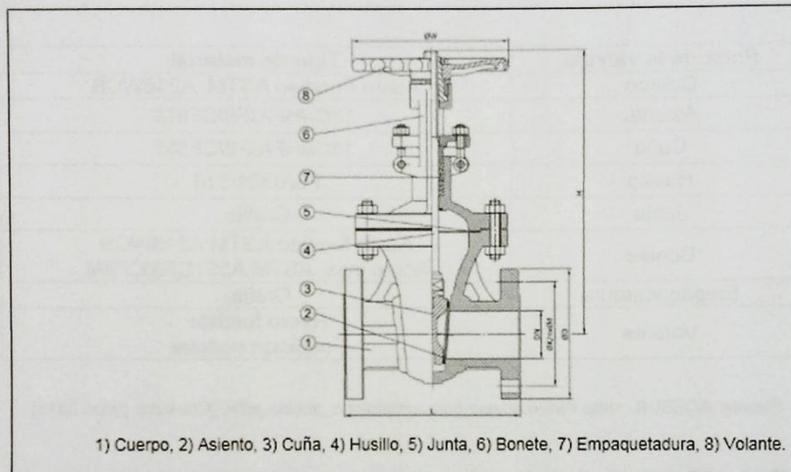
Tabla XVI. **Rangos de presión y diámetro para la válvula de compuerta**

Rangos	
Presión (psi)	Diámetro (pulg)
0.5 a 15,000	2 a 36

Fuente: VALVIAS. <<http://www.valvias.com/tipos-de-valvulas.php>> [Consulta: julio 2013]

Continuación del apéndice 7.

Figura 7. **Identificación de las partes de una válvula de compuerta**



Fuente: empresa en estudio.

#### 1.2.2.1.2. **Válvula solenoide**

Válvula electromecánica controlada por una corriente eléctrica. La válvula solenoide crea un campo magnético controlado cuando la corriente eléctrica pasa a través de ella causando que esta se cierre o se abra. Por ejemplo, este tipo de válvula transporta el diésel del tanque de una máquina a su motor.

Utilizada para el control de combustible. Ideal para altas presiones y montable en cualquier posición. El tiempo de respuesta es de 1 segundo.

Continuación del apéndice 7.

Tabla XVII. **Material del cuerpo y tubo interno de una válvula solenoide**

Tipo de material	
Cuerpo	Bronce, latón
Tubo interno	Acero inoxidable

Fuente: ACESUR. <[http://www.acesur.com.ar/catalogo\\_acesur.pdf](http://www.acesur.com.ar/catalogo_acesur.pdf)>. [Consulta: julioo 2013].

Tabla XVIII. **Rangos de temperatura, presión y diámetro**

Rangos		
Temperatura (°C)	Presión (psi)	Diámetro (pulg)
Máx. 52	3 a 150	<sup>3</sup> / <sub>8</sub> a 3

Fuente: ACESUR. <[http://www.acesur.com.ar/catalogo\\_acesur.pdf](http://www.acesur.com.ar/catalogo_acesur.pdf)>. [Consulta: julioo 2013].

#### 1.2.2.1.3. **Válvula de bola**

Controla la circulación del líquido teniendo un buen sellado. Es usada para la apertura y cierre. No es recomendable para una abertura prolongada bajo condiciones de alta caída de presión a través de la válvula. Está limitada a la temperatura y presión; y es propensa a la cavitación.

Se emplea en vapor, agua, aceite, gas, aire, fluidos corrosivos, lodos y materiales pulverizados secos, todos en tubería. Cuando está abierta proporciona un paso libre al fluido sin turbulencia ni gran caída de presión. No se utiliza para regular flujos, ya que en posición semi-cerrada, los asientos se resienten. Su operación puede ser manual con fácil acceso a ser automatizada.

Continuación del apéndice 7.

Tabla XIX. **Material para una válvula de bola**

Parte de la válvula	Material
Cuerpo	Acero inox. SS316 Acero carbono Bronce Monel Titanio PVC CPVC
Extremo	Acero inox. SS316
Asiento	PTFE Nylon reformado con grafito TFE reforzado con bronce, grafito y vidrio.
Bola	Acero inox. SS316 Monel Titanio
Bulón	Acero inox. SS304
Arandela 1	Acero inox. SS304
Tuerca	Acero inox. SS304
Arandela 2	PTFE
Empaquetadura	PTFE
Tuerca prensa	Acero inox. SS304
Arandela eje	Acero inox. SS304
Tuercas eje	Acero inox. SS304
Eje	Acero inox. SS316
Bloqueo	Acero inox. SS304
Maneta	Acero inox. SS304
Funda	Plástico

Fuente: VALVIAS. <<http://www.valvias.com/tipos-de-valvulas.php>> [Consulta: julio 2013].

Tabla XX. **Rangos de presión y diámetro**

Rangos		
Temperatura (°C)	Presión (bar)	Diámetro (pulg)
-28 a 232	6.8 a 172	¼ a 56

Fuente: COMEVAL. <<http://www.comeval.es/productos.html>> [Consulta: junio de 2013].



## Continuación del apéndice 7.

### 1.2.3.1. Válvulas de retención unidireccional

Es una válvula que impide una inversión de la circulación del fluido en una línea de tubería. Existen dos tipos de válvulas:

- De retención vertical
- De retención horizontal

#### 1.2.3.1.1. Válvulas de retención vertical

Posee una pieza móvil "disco", asentada en posición abierta o cerrada por la presión del mismo fluido que levanta paralelamente a su eje como un pistón, con el fin de abrir o cerrar el paso del fluido. Esta válvula tiene un sentido del fluido que la abre y un sentido contrario que la cierra. Empleada para vapor de agua, aire, agua, vapores con altas velocidades de circulación.

Tabla XXI. **Materiales de las partes de una válvula de retención vertical en función de la presión**

Material asiento	Material resorte	Material cierre	Material sello	Material cuerpo
				Bronce
				Presión (psig)
Bronce		Teflón	Teflón	(agua) 600 (vapor) 150
Bronce	Acero inox. 316	Bronce	Teflón	(vapor) 150 (líquido) 300
Goma				150
Bronce	Acero inox.	Buna - n	---	170

Fuente: VALVIAS. <<http://www.valvias.com/tipos-de-valvulas.php>> [Consulta: agosto 2013].

Continuación del apéndice 7.

Tabla XXII. Rangos de presión-diámetro para una válvula de retención vertical

Rangos	
Presión (psi)	Diámetro (pulg)
0.14 a 600	½ a 4

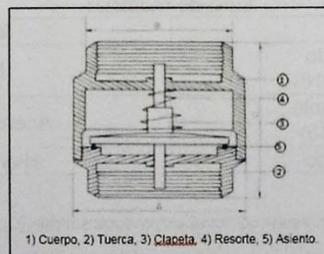
Fuente: VALVIAS. <<http://www.valvias.com/tipos-de-valvulas.php>> [Consulta: agosto 2013].

Tabla XXIII. Materiales generales para una válvula de retención vertical

Tipo de material	
Cuerpo	Montaje
Acero forjado	Bronce
Acero inoxidable	Acero inoxidable
Bronce	Hierro fundido
Hierro	
Hierro fundido	
PVC	

Fuente: VALVIAS. <<http://www.valvias.com/tipos-de-valvulas.php>> [Consulta: agosto 2013].

Figura 9. Identificación de las partes de una válvula de retención vertical



Fuente: VALVIAS. <<http://www.valvias.com/tipos-de-valvulas.php>> [Consulta: julio 2013].

Continuación del apéndice 7.

**1.2.3.1.2. Válvula de retención horizontal**

Este tipo de válvulas se destinan a impedir la inversión del flujo en una tubería. La presión del fluido abre la válvula; el peso del mecanismo de retención y el retorno del fluido la cierran.

**Tabla XXIV. Materiales de las partes de una válvula de retención horizontal en función de la presión**

Material cierre	Material cuerpo	
	Bronce	Acero inoxidable
	Presión (psig)	
Teflón	(agua) 300	---
	(vapor) 125	---
Acero inoxidable	---	(agua) 125 (vapor) 200
Buna -n	200	---

Fuente: VALVIAS. <<http://www.valvias.com/tipos-de-valvulas.php>> [Consulta: julio 2013].

**Tabla XXV. Materiales generales para una válvula de retención horizontal**

Tipo de material	
Cuerpo	Montaje
Acero fundido (A126 WCB216)	Bronce
Acero inoxidable (AISI 304, 316)	Acero inoxidable
Hierro fundido	Hierro fundido

Fuente: COMEVAL. <<http://www.comeval.es/productos.html>> [Consulta: junio de 2013].

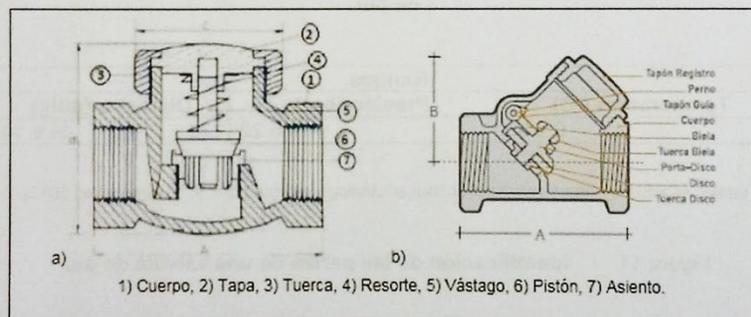
Continuación del apéndice 7.

Tabla XXVI. Rangos de presión, diámetro y temperatura para una válvula de retención horizontal

Rangos		
Temperatura (°C)	Presión (psi)	Diámetro (pulg)
-10 a 120	0.14 a 300	½ - 4

Fuente: VALVIAS. <<http://www.valvias.com/tipos-de-valvulas.php>> [Consulta: julio 2013].

Figura 10. Identificación de las partes de una válvula de retención horizontal



Fuente: VALVIAS. <<http://www.valvias.com/tipos-de-valvulas.php>> [Consulta: julio 2013].

### 1.2.3.1.3. Válvula de pie

Válvula utilizada para la succión de agua en el fondo. Asegura un mejor funcionamiento de la bomba hidráulica al impedir el paso de partículas grandes y evita la purga de la bomba.

Continuación del apéndice 7.

Tabla XXVII. **Materiales generales para una válvula de pie**

Tipo de material	
Cuerpo	Canasta
Latón	Acero inoxidable Galvanizada PVC
Bronce	
Hierro fundido	
PVC	

Fuente: ACESUR. <[http://www.acesur.com.ar/catalogo\\_acesur.pdf](http://www.acesur.com.ar/catalogo_acesur.pdf)>. [Consulta: julioo 2013].

Tabla XXVIII. **Rangos de presión, diámetro y temperatura para una válvula de pie**

Rangos		
Temperatura (°C)	Presión (bar)	Diámetro (pulg)
0 a 90	0 a 26	½ a 14

Fuente: ACESUR. <[http://www.acesur.com.ar/catalogo\\_acesur.pdf](http://www.acesur.com.ar/catalogo_acesur.pdf)>. [Consulta: julioo 2013].

Figura 11. **Identificación de las partes de una válvula de pie**



Fuente: elaboración propia.

## Continuación del apéndice 7.

### 1.2.3.2. Válvula de desahogo

Válvula de acción automática para la regulación de la presión. Se emplea para sistemas de presiones variadas en agua caliente, vapor de agua, gases y vapores.

Tabla XXIX. **Materiales generales para una válvula de desahogo**

Tipo de material	
Cuerpo	Montaje
Acero al carbono	Bronce
Acero inoxidable	Acero inoxidable
Bronce	Hierro fundido
Hierro fundido	Monel

Fuente: ACESUR. <[http://www.acesur.com.ar/catalogo\\_acesur.pdf](http://www.acesur.com.ar/catalogo_acesur.pdf)>. [Consulta: julioo 2013].

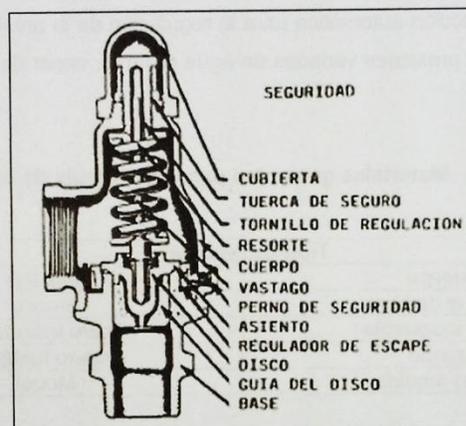
Tabla XXX. **Rangos de presión, diámetro y temperatura para una válvula de desahogo**

Temperatura (°C)	Rangos	
	Presión (psi)	Diámetro Nominal
Máx. 400	30 a 150	6 a 600

Fuente: ACESUR. <[http://www.acesur.com.ar/catalogo\\_acesur.pdf](http://www.acesur.com.ar/catalogo_acesur.pdf)>. [Consulta: julioo 2013].

Continuación del apéndice 7.

Figura 12. Identificación de las partes de una válvula de desahogo



Fuente: COMEVAL. <<http://www.comeval.es/productos.html>> [Consulta: junio de 2013].

#### 1.2.3.3. Válvula de mariposa

En la sección 1.2.1.1.4 está la información de este tipo de válvula.

#### 1.2.4. Otros accesorios

Son accesorios complementarios al laboratorio de Ingeniería Química 1.

##### 1.2.4.1. Filtro

Válvula de alta eficiencia para mejorar la calidad de vapor. Están diseñados para eliminar partículas sólidas en el vapor de suministro.

## Continuación del apéndice 7.

Reducen el nivel de contaminación. El filtro debe instalarse en la dirección del caudal indicado en el cuerpo, en una tubería vertical u horizontal. Utilizada para refinерías, servicios de agua, vapor, petróleo, gas, aceite y otros líquidos no agresivos.

Tabla XXXI. **Materiales generales para un filtro**

Tipo de material	
Cuerpo	Hierro fundido
Tapa	Hierro fundido
Tamiz	Acero inoxidable

Fuente: BVALVE. <[http://www.bvalve.es/wp-content/files\\_mf/v%C3%A1lvulasindustriales.pdf](http://www.bvalve.es/wp-content/files_mf/v%C3%A1lvulasindustriales.pdf)>. [Consulta: julio de 2013].

Tabla XXXII. **Rangos de presión, diámetro y temperatura para un filtro**

Rangos		
Temperatura (°C)	Presión (bar)	Diámetro Nominal
100 a 300	0 a 14	15 a 250

Fuente: BVALVE. <[http://www.bvalve.es/wp-content/files\\_mf/v%C3%A1lvulasindustriales.pdf](http://www.bvalve.es/wp-content/files_mf/v%C3%A1lvulasindustriales.pdf)>. [Consulta: julio de 2013].

### 1.2.4.2. Trampa de vapor

Válvula automática, cuya misión es descargar condensado sin permitir que escape vapor vivo. Al inicio, el balde esta abajo y la válvula se encuentra completamente abierta, el condensado sale a través de la válvula completamente abierta. Cuando el vapor entra en la cubeta invertida causa que ésta flote y cierre la válvula de descarga.

## Continuación del apéndice 7.

Puede ser utilizada para trabajar en procesos con presión constante o casi constante. La descarga del condensado es intermitente y no hay fugas de vapor vivo en la operación manual. Tiene un tiempo de vida útil alto y es resistente al golpe de ariete. La suciedad se acumula en el fondo de la trampa y puede ser descargada en la apertura.

Tabla XXXIII. **Materiales para una trampa de vapor**

Tipo de material	
Cuerpo	Cubeta
Acero inoxidable	Hierro dúctil
Hierro dúctil	Hierro fundido
Hierro fundido	

Fuente: BVALVE. <[http://www.bvalve.es/wp-content/files\\_mf/v%C3%A1lvulasindustriales.pdf](http://www.bvalve.es/wp-content/files_mf/v%C3%A1lvulasindustriales.pdf)>. [Consulta: julio de 2013].

Tabla XXXIV. **Rangos de presión, diámetro y temperatura para una trampa de vapor**

Rangos		
Temperatura (°C)	Presión (bar)	Diámetro (pulg)
0 a 500	0 a 26	½ a 2

Fuente: BVALVE. <[http://www.bvalve.es/wp-content/files\\_mf/v%C3%A1lvulasindustriales.pdf](http://www.bvalve.es/wp-content/files_mf/v%C3%A1lvulasindustriales.pdf)>. [Consulta: julio de 2013].

### 1.3. Especificaciones

Las siguientes tablas muestran las especificaciones generales para la selección de válvulas respecto al tipo de fluido, material y temperatura, entre ellas se tienen:

Continuación del apéndice 7.

Tabla XXXV. **Materiales de cierre por tipo de fluido**

Tipo de fluido	Temperatura (°c)	Recomendación del cierre
Fluido sin impurezas y sellado completo	Máx. 82	Buna nitrilo – bronce
Fluido sin impurezas y nivel de operación bajo	---	Bronce – bronce
Fluido sin impurezas y nivel alto de operación	204	Teflón – bronce
Fluido con nivel de impurezas bajo y alto nivel de operación	---	Cobre/níquel – bronce
Fluido con sólidos en suspensión a condiciones extremas	---	Acero inoxidable – acero inoxidable

Fuente: ACESUR. <[http://www.acesur.com.ar/catalogo\\_acesur.pdf](http://www.acesur.com.ar/catalogo_acesur.pdf)>. [Consulta: julio 2013].

Tabla XXXVI. **Utilidad de materiales de cierre a distintas temperaturas.**

Tipo de material	Temperatura (°c)	Resistencia	Utilidad
Buna – n	-12 a 82	Tensión y desgaste, hidrocarburos	Servicios generales de agua. No se recomienda para acetonas, cetonas y nitratos
Bronce	---	Corrosión y químicos	Puede soldarse, para válvulas de alta presión
Teflón	-29 a 204	Químicos y solventes	Para asientos en las válvulas
Cobre/níquel	---	Corrosión de aguas saladas, marinas y soluciones cáusticas	Para discos y asientos de válvulas
Acero inoxidable	---	Corrosión	Para altas temperaturas

Fuente: BVALVE. <[http://www.bvalve.es/wp-content/files\\_mf/v%C3%A1lvulasindustriales.pdf](http://www.bvalve.es/wp-content/files_mf/v%C3%A1lvulasindustriales.pdf)>. [Consulta: julio de 2013].

Continuación del apéndice 7.

Tabla XXXVII. Materiales generales a distintas temperaturas

Rango	Temperatura (°C)	Material
Muy alto	1093	Metales refractarios, cerámica
Alto	649 a 871	Aceros aleados para alta temperatura
Intermedio	538	Aceros carbono
	343	Hierro dúctil
	288	Bronce
	232	Hierro fundido
	66	PVC
Bajo	-157	Aceros baja aleación, bronce
Muy bajo	-267	Bronce, hierro dúctil, acero inoxidable austenítico

Fuente: BVALVE. <[http://www.bvalve.es/wp-content/files\\_mf/v%C3%A1lvulasindustriales.pdf](http://www.bvalve.es/wp-content/files_mf/v%C3%A1lvulasindustriales.pdf)>. [Consulta: julio de 2013].

#### 1.4. Relaciones matemáticas

Son ecuaciones que pueden ser utilizadas para cálculos de las variables de una válvula.

##### 1.4.1. Caudal

Caudal es la cantidad de fluido que circula por una sección determinada del conducto en la unidad de tiempo.

$$Q = \frac{\dot{m}}{\rho} \quad \text{[Ecuación No. 1]}$$

## Continuación del apéndice 7.

Donde:

$Q$	=	gasto volumétrico	$\left[\frac{m^3}{s}\right]$
$\dot{m}$	=	flujo de masa del fluido	$\left[\frac{kg}{s}\right]$
$\rho$	=	densidad	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$

Para el planteamiento del caudal que circula por las válvulas que mueven fluidos, es necesaria la ecuación de continuidad y la conservación de la energía mecánica. Para fluidos incompresibles y despreciando el rozamiento se puede expresar así:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + h_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + h_2 \quad [\text{Ecuación No. 2}]$$

Donde

$P_i$	=	presiones en cada sección	$[Pa]$
$h_i$	=	alturas en cada sección	$[m]$
$V_i$	=	velocidades en cada sección	$\left[\frac{m}{s}\right]$
$\gamma$	=	peso específico	$\left[\frac{N}{m^3}\right]$
$g$	=	gravedad	$\left[9.8 \frac{m}{s^2}\right]$

Cada término en la expresión está asociado a un tipo de energía. El primero está asociado al trabajo de circulación y es la energía debida al movimiento del fluido bajo presión. El segundo donde aparece el cuadrado de

## Continuación del apéndice 7.

la velocidad es el asociado a la energía cinética. El tercero en el que figura la altura por sobre una referencia arbitraria representa la energía potencial.

De las expresiones de la ecuación de continuidad y del teorema de Bernoulli se obtiene la expresión del caudal que circula por una zona estrangulada en una cañería, usada para seleccionar las válvulas por su capacidad de manejo de caudal. Cuando el flujo pasa a través de una válvula, pierde energía.

El coeficiente de caudal es un factor de diseño que relaciona la diferencia de altura o presión entre la entrada y salida de la válvula con el caudal.

$$Q = K_V \sqrt{\frac{\Delta P}{SG}} \quad [\text{Ecuación No. 3}]$$

Donde:

$Q$	=	caudal	$\left[\frac{m^3}{h}\right]$
$K_V$	=	coeficiente de Caudal	$\left[\frac{m^3}{h}\right] [bar]$
$\Delta P$	=	diferencia de presión	$[bar]$
$SG$	=	gravedad específica	$[Adimensional]$

$K_V$  es el coeficiente de caudal en unidades métricas. Es el caudal en metros cúbicos por hora de agua a una temperatura de 16 °C con una caída de presión a través de la válvula de 1 bar. También se puede expresar en términos de  $C_V$ ,

$$K_V = 0.865 * C_V \quad [\text{Ecuación No. 4}]$$

## Continuación del apéndice 7.

Cada válvula tiene su propio coeficiente de caudal y depende su diseño. La capacidad de flujo de una válvula se puede especificar mediante el coeficiente de flujo  $C_v$ . Los valores del  $C_v$  se expresan en  $\left[\frac{gal}{min}\right]$ .

Tabla XXXVIII. Coeficientes de caudal

Tipo de válvula	Coeficiente de caudal (válvula toda abierta)	
	$C_v$ [gpm][psi]	$K_v$ [m <sup>3</sup> /h][bar]
Válvula de Bola	5100	4370
Válvula de Mariposa	-	-
Válvula de Diafragma (Weir)	690	597
Válvula de Diafragma (Straightway)	1400	1211
Válvula de Compuerta	2484	2873
Válvula de Globo	-	-
Válvula de Cono Fijo	3700	3200

Fuente: SPEARS. <[http://www.spears.com/spanish/spanish\\_v4/V-SP\\_0106\\_0506\\_web%20complete%20.pdf](http://www.spears.com/spanish/spanish_v4/V-SP_0106_0506_web%20complete%20.pdf)>. [Consulta: Julio de 2013].

### 1.4.2. Coeficiente de descarga de una válvula

Es un factor adimensional que permite calcular el caudal con que descarga una válvula. Al ser adimensional, tiene un valor constante para cualquier diámetro de un mismo modelo.

$$Q = C * \sqrt{2 * g * \Delta h} * D^2 * \frac{\pi}{4} \text{ [Ecuación No. 5]}$$

## Continuación del apéndice 7.

Donde:

$C$	=	coeficiente de descarga	[Adimensional]
$Q$	=	caudal	$\left[\frac{m^3}{s}\right]$
$\Delta h$	=	diferencia de altura	[m]
$g$	=	gravedad	$\left[\frac{m}{s^2}\right]$
$D$	=	diámetro de tubería	[m]

### 1.4.3. Pérdida de presión

Se puede calcular por la expresión de Darcy:

$$\Delta P = \rho \cdot f \cdot \left(\frac{L}{D}\right) \cdot \left(\frac{V^2}{2g}\right) \quad [\text{Ecuación No. 6}]$$

Donde:

$\Delta P$	=	pérdida de presión	[Pa]
$\rho$	=	densidad	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
$f$	=	factor de fricción	[Adimensional]
$L$	=	longitud de la tubería	[m]
$D$	=	diámetro de la tubería	[m]
$V$	=	velocidad del fluido	$\left[\frac{m}{s}\right]$
$g$	=	gravedad	$\left[9.8 \frac{m}{s^2}\right]$

## Continuación del apéndice 7.

El régimen de circulación de fluido puede ser laminar o turbulento y se caracteriza por el número adimensional de Reynolds. El cambio de régimen se establece  $Re < 2000$  es régimen laminar y  $Re > 4000$  es de régimen turbulento.

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} \quad [\text{Ecuación No. 7}]$$

Donde:

$Re$	=	Número de Reynolds	[Adimensional]
$V$	=	Velocidad	$\left[\frac{m}{s}\right]$
$D$	=	Diámetro	[m]
$\nu$	=	Viscosidad cinemática	[Stoke]

La pérdida de presión en la válvula depende de:

- Rozamiento del fluido contra las paredes
- Cambios de dirección
- Obstrucciones

### 1.5. Cavitación

Cavitación es la formación de bolsas de vapor localizadas dentro del líquido, casi siempre en las proximidades de las superficies sólidas que limitan el líquido. El líquido, en determinadas condiciones, pasa de estado gaseoso y al instante, vuela a pasar a estado líquido. La cavitación aparece con la estrangulación, por una válvula, de un líquido que fluye a través de una tubería. Este aumenta su velocidad y este aumento lleva a una pérdida de presión.

Continuación del apéndice 7.

Si ésta pérdida de presión baja por debajo de la presión de saturación del fluido, parte de este produce burbujas de vapor que buscan zonas de mayor presión donde colapsan. Los efectos de la cavitación son ruidos y golpes, vibraciones y erosiones del material.

**1.6. Nomenclatura**

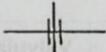
Las tablas siguientes muestran la nomenclatura comúnmente utilizada para los distintos tipos de válvulas y la codificación relacionada con la galería.

**Tabla XXXIX. Nomenclatura y codificación relacionada con la galería de válvulas**

<b>Función: Regulación</b>		
<b>Nombre</b>	<b>Nomenclatura</b>	<b>Código</b>
Válvula de aguja		VREG-AGU-01/02
Válvula de diafragma		VREG-DIA-01
Válvula de globo		VREG-GLO-01/02
Válvula de mariposa		VREG-MAR-01
<b>Función: Bloqueo</b>		
<b>Nombre</b>	<b>Nomenclatura</b>	<b>Código</b>
Válvula de compuerta		VBLO-COM-01/02
Válvula de solenoide		VBLO-SOL-01/02
Válvula de bola		VBLO-BOL-01/03

Continuación del apéndice 7.

Continuación de la tabla XXXIX.

Función: Retención		
Nombre	Nomenclatura	Código
Válvula de retención vertical		VRET-VER-01
Válvula de retención horizontal		VRET-HOR-01/02
Válvula de pie		VRET-PIE-01
Válvula de desahogo		VRET-DES-01/02
Otros		
Nombre	Nomenclatura	Código
Filtro		VOTRO-FIL-01/02
Trampa de vapor		VOTRO-TRV-01/02
UNIÓN UNIVERSAL		AOTRO-UNI-01

Fuente: STREETER, Víctor. *Mecánica de los fluidos*. McGraw-Hill. México. 9a Edición. 2000. 737 p.

### 1.7. Mantenimiento

Existen distintos mantenimientos para preservar la vida útil de las válvulas. Ellos son:

## Continuación del apéndice 7.

### 1.7.1. Mantenimiento correctivo

Constituido por las actividades destinadas a reparar oportunamente cualquier falla que se presenten en las estructuras. Para desarrollarse este tipo de mantenimiento se requiere:

- Reporte sobre la falla
- Revisión y diagnóstico de la falla
- Labores de reparación
- Reporte final para efectos de control y estadística

### 1.7.2. Mantenimiento preventivo

Se inicia con un programa, sigue con una revisión y termina con un informe que determina si existe o no una actividad de reparación. Las válvulas que necesitan un mantenimiento preventivo–correctivo son:

Tabla XL. Mantenimiento preventivo-correctivo de distintas válvulas

Mantenimiento	Válvulas de compuerta	Válvulas de bola	Válvulas de mariposa	Válvulas de globo	Válvulas de diafragma
Lubricar a intervalos periódicos	X	No aplica	No aplica	No aplica	X
Corregir fugas por empaquetadura	X	X	X	X	X

Continuación del apéndice 7.

Continuación de la tabla XL.

Mantenimiento	Válvulas de compuerta	Válvulas de bola	Válvulas de mariposa	Válvulas de globo	Válvulas de diafragma
Enfriar siempre el sistema al cerrar una tubería para líquidos calientes y al comprobar que las válvulas estén cerradas	X	X	X	X	X
Abrir las válvulas con lentitud para evitar el choque neumático en la tubería	X	X	X	X	X
Cerrar las válvulas con lentitud para ayudar a descargar los sedimentos y mugre atrapados.	X	X	X	X	X
Dejar espacio suficiente para accionar una manija larga	No aplica	X	X	No aplica	No aplica

Fuente: COMEVAL. <<http://www.comeval.es/productos.html>> [Consulta: junio de 2013].

Continuación del apéndice 7.

Tabla XLI. Guía de posibles deterioros

Sintoma	Posible causa	Acción correctora
No hay flujo No hay flujo suficiente	Válvula cerrada o parcialmente cerrada.	Comprobar posición de la válvula.
	Sistema de tubería o filtros obstruidos.	Comprobar posible obstrucción y limpiar.
Dificultad del movimiento o bloqueo de la válvula	Las condiciones de servicio (temperatura, presión) están por encima de los límites permisibles.	Revisar parámetros de operación y las condiciones de instalación. Reemplazar por una válvula adecuada.
Fuga por el asiento	La válvula no está cerrada correctamente.	Apretar la palanca firmemente sin utilizar herramientas.
	Excesiva presión diferencial o grandes turbulencias en el sistema.	Comprobar los parámetros de diseño de la planta.
	Fluido contaminado con sólidos en suspensión, impurezas atrapadas.	Abrir y cerrar la válvula para tratar de eliminar las impurezas. Limpiar o reemplazar la válvula Instalar un filtro colador a la entrada de la válvula.
	Asiento o disco dañado.	Reemplazar.
Cuerpo de la válvula roto	Los tornillos han sido apretados de manera incorrecta.	Realignar la tubería e instalar una nueva válvula correctamente.
	Temperaturas extremas.	Revisar los materiales de la válvula.

Fuente: COMEVAL. <<http://www.comeval.es/productos.html>> [Consulta: junio de 2013].

## Continuación del apéndice 7.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Acesur. Disponible en web: [http://www.acesur.com.ar/catalogo\\_acesur.pdf](http://www.acesur.com.ar/catalogo_acesur.pdf). [Consulta: julio de 2013].
2. BValve. Disponible en web: [http://www.bvalve.es/wp-content/files\\_mf/v%C3%A1lvulasindustriales.pdf](http://www.bvalve.es/wp-content/files_mf/v%C3%A1lvulasindustriales.pdf). [Consulta: julio de 2013].
3. Comeval. Ari Armaturen Group. Disponible en web: <http://www.comeval.es/productos.html>. [Consulta: julio de 2013].
4. Fiuba. Disponible en web: <http://materias.fi.uba.ar/6722/VALGLOS2.pdf>.
5. GREENE, Richard W. *Válvulas, selección, uso y mantenimiento*. México. McGraw-Hill. 1991. 278 p.
6. Insgalpe. Disponible en web: <http://www.insgalpe.com/valvulascompuerta.html>. [Consulta: julio de 2013].
7. McCABE, Warren. *Operaciones unitarias en ingeniería química*. 4a ed. España. McGraw-Hill 1991. 1114 p.
8. Spears. Disponible en web: [http://www.spears.com/spanish/spanish\\_v4V-SP\\_0106\\_0506\\_web%20complete%20.pdf](http://www.spears.com/spanish/spanish_v4V-SP_0106_0506_web%20complete%20.pdf). [Consulta: julio de 2013].

Continuación del apéndice 7.

9. STREETER, Víctor L. *Mecánica de los fluidos*. 9a ed. McGraw- Hill. México. 2000. 747 p.
10. Valvias. Disponible en web <http://www.valvias.com/tipos-de-valvulas.php>. [Consulta: julio-agosto de 2013].
11. Válvulas Industriales, S.A. Disponible en web <http://www.valvulasimaperu.com.pe/html/productos.html>. [Consulta: agosto de 2013].