

Implementación de procedimiento para la selección de componentes mecánicos en la industria de  
hidrocarburos

Gabriela Rodríguez Marín

Trabajo de grado, modalidad práctica empresarial, para optar al título de  
Ingeniera Metalúrgica

Director

Carlos Andrés Galán Pinilla

PhD en ingeniería de materiales

Codirector

Laura Susana Gómez Motta

Ingeniera Metalúrgica

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas

Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales

Bucaramanga

2024

### **Agradecimientos**

*Quiero comenzar expresando mi más sincero agradecimiento a Dios, por iluminar mi camino y darme la fuerza y la sabiduría necesarias para llevar a cabo este proyecto.*

*A mis padres y hermanos, gracias por su incondicional apoyo y amor a lo largo de este proceso.*

*Su aliento constante y confianza en mí han sido fundamentales para alcanzar este logro.*

*A la ingeniera Laura Gómez, gracias por brindarme la oportunidad de formar parte de DILAGO Ingeniería. Su confianza en mí y su apoyo han sido clave para mi crecimiento profesional en este proyecto.*

*También deseo agradecer al profesor Carlos Galán por su valioso tiempo y dedicación. Sus conocimientos y orientación fueron esenciales para la realización de este trabajo, y su guía me ha permitido culminarlo con éxito.*

*A todos ustedes, muchas gracias.*

**Tabla de Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	8
1. Marco teórico .....	9
2. Objetivos .....	14
2.1 Objetivo general .....	14
2.2 objetivos Específicos .....	14
3. Metodología experimental .....	15
3.1 Etapa 1: revisión bibliográfica .....	16
3.2 Etapa 2: desarrollo del procedimiento de selección.....	16
3.3 Etapa 3: aplicación del procedimiento.....	17
4. Resultados y discusión .....	18
4.1 Criterios de clasificación.....	18
4.2 Implementación de base de datos .....	18
4.3 Procedimiento de selección implementado utilizando la base de datos .....	22
4.4 Aplicación del procedimiento:.....	25
4.4.1 Método tradicional de selección aplicado en DILAGO Ingeniería SAS .....	25
4.4.2 Método implementado .....	26
5. Conclusiones .....	32
6. Recomendaciones .....	33
Referencias Bibliográficas .....	34
Apéndices.....	38

**Lista de Apéndices**

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Flujograma de la metodología seguida durante la ejecución de la práctica empresarial.....	15
Figura 2. Página principal de la base de datos mostrando la segmentación de componentes por suministro, tipo, rating, tamaño y otras especificaciones. ....	19
Figura 3. Sección de la base de datos para válvulas de compuerta.....	20
Figura 4. Sección de la base de datos de especificaciones y estándares.....	21
Figura 5. Flujograma del procedimiento de selección de componentes mecánicos en DILAGO Ingeniería SAS .....	24
Figura 6. Formato de tabulación técnica de válvulas de bola diligenciado por un proveedor.....	29
Figura 7. Evidencia fotográfica anexa en el reporte de libración de las válvulas.....	31

**Lista de Apéndices**

	<b>Pág.</b>
Apéndice A. Sección de la base de datos donde se evidencia las combinaciones aplicables para los fittings, por sus siglas en ingles. ....	38
Apéndice B. Sección de la base de datos con tablas de Rating según ASME B16.34 (2020).....	39
Apéndice C. Sección de la base de datos donde se agrupa información acerca de los materiales de fabricación de las válvulas, tuberías y accesorios mecánicos .....	40
Apéndice D. Sección de la base de datos de la clasificación de TRIM según API 600 (2021)....	41
Apéndice E. Sección de la base de datos de dimensiones de tubería según ASME B36.10 (2018) .....	42
Apéndice F. Formato de tabulación técnica para válvulas de bola.....	43
Apéndices G. Formato para tabulación técnica para válvulas de compuerta .....	44
Apéndice H. Formato para tabulación técnica para válvulas de retención .....	45
Apéndice I. Formato para tabulación técnica para válvulas choke.....	46
Apéndice J. Formato para tabulación técnica para válvulas de globo .....	47
Apéndice K. Formato para tabulación técnica para válvulas mariposa .....	48
Apéndice L. Formato para tabulación técnica para válvulas de tapón .....	49

## Resumen

**Título:** Implementación de procedimiento para la selección de componentes mecánicos en la industria de hidrocarburos\*

**Autor:** Gabriela Rodríguez Marín\*\*

**Palabras claves:** Selección de componentes, válvulas, tuberías, accesorios mecánicos, tabulación técnica.

### Descripción:

El presente proyecto se desarrolló con el objetivo de optimizar el proceso de selección de válvulas, tuberías y accesorios mecánicos en la empresa DILAGO Ingeniería SAS. El método tradicional, caracterizado por la alta dependencia de correos electrónicos para aclaraciones técnicas y prolongados tiempos de respuesta, fue reemplazado por un nuevo procedimiento, el cual se documentó mediante un flujograma detallado y se apoyó en una base de datos desarrollada en Excel.

Para la creación de la base de datos, se tomaron en cuenta estándares internacionales como API y ASME, incluyendo especificaciones técnicas relacionadas con el material, las aplicaciones, el tamaño del diámetro nominal, el tipo de conexión, la presión de operación y otros aspectos técnicos relevantes de las válvulas, tuberías y accesorios mecánicos. Esta base de datos permitió organizar la información técnica de manera eficiente, facilitando la selección adecuada de componentes por la empresa DILAGO Ingeniería SAS, logrando reducir discrepancias en las ofertas de los proveedores.

La implementación de este nuevo sistema permitió estandarizar la información técnica, mejorar la comunicación con proveedores y clientes, y reducir significativamente los errores y reprocesos en el proceso de compra. La base de datos en Excel facilitó el acceso a la información necesaria para la selección de componentes, mientras que el flujograma proporcionó una guía clara para cada paso del proceso. Como resultado, se lograron tiempos de respuesta más rápidos y una mayor eficiencia operativa, contribuyendo positivamente a la productividad y rentabilidad de la empresa.

Además, el proyecto identificó la necesidad de ampliar la base de datos para incluir componentes de instrumentación y otros elementos relevantes, así como la creación de formatos de tabulación adicionales, lo que asegura la calidad, continuidad y mejora del sistema implementado en este proyecto de grado.

---

\* Proyecto de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas. Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales. Director: Ph.D. Carlos Andres Galán Pinilla. Codirector: Laura Susana Gomez Motta

### Abstract

**Title:** Implementation of a procedure for the selection of mechanical components in the hydrocarbon industry\*

**Author:** Gabriela Rodriguez Marin\*\*

**Keywords:** Component selection, valves, pipelines, mechanical accessories, technical tabulation.

**Description:**

The present project was developed with the objective of optimizing the process of selecting valves, pipelines, and mechanical accessories at DILAGO Ingeniería SAS. The traditional method, characterized by a high dependency on emails for technical clarifications and prolonged response times, was replaced by a new procedure, which was documented through a detailed flowchart and supported by a database developed in Excel.

For the creation of the database, international standards such as API and ASME were taken into account, including technical specifications related to material, applications, nominal diameter size, type of connection, operating pressure, and other relevant technical aspects of valves, pipes, and mechanical fittings. This database allowed for efficient organization of technical information, facilitating the proper selection of components by DILAGO Ingeniería SAS, ultimately reducing discrepancies in supplier offers.

The implementation of this new system allowed for the standardization of technical information, improved communication with suppliers and clients, and significantly reduced errors and rework in the procurement process. The Excel database made it easier to access the necessary information for component selection, while the flowchart provided a clear guide for each step of the process. As a result, faster response times and greater operational efficiency were achieved, contributing positively to the company's productivity and profitability.

Additionally, the project identified the need to expand the database to include instrumentation components and other relevant elements, as well as the creation of additional tabulation formats, ensuring the quality, continuity and improvement of the system implemented in this thesis project.

---

\* Degree project

\*\* Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales. Director: Ph.D. Carlos Andres Galán Pinilla. Codirector: Laura Susana Gomez Motta

## Introducción

Desde la primera mitad del siglo XX, la industria de hidrocarburos ha sido un pilar fundamental en el desarrollo económico de Colombia. El descubrimiento de importantes yacimientos de petróleo y la explotación de hidrocarburos ha impulsado la industrialización del país, convirtiendo esta industria en una fuente clave de ingresos (Aguilera, 2004). En 2023, Ecopetrol registró ingresos de \$143,1 billones y una utilidad neta de \$19,1 billones, destacándose como una de las empresas más importantes del país (Ecopetrol, 2024). En este contexto, la selección adecuada de válvulas, tuberías y accesorios mecánicos se ha vuelto fundamental para garantizar la eficiencia, seguridad y sostenibilidad de las operaciones. Este proceso resulta crítico, ya que influye directamente en el rendimiento operativo y en la reducción de riesgos y costos (American Petroleum Institute. 2022).

Una selección inapropiada de estos componentes, o la demora en los procesos de selección y venta, puede resultar en fallas operativas, accidentes, y sobrecostos significativos, afectando no solo la rentabilidad de los proyectos, sino también la seguridad del personal y la integridad del medio ambiente. En una industria como la de los hidrocarburos, caracterizada por condiciones operativas extremas y regulaciones estrictas, la precisión en la selección de válvulas, tuberías y accesorios es esencial para asegurar la durabilidad y eficiencia de los sistemas (American Petroleum Institute, 2011). Por esta razón, implementar un procedimiento sistemático, basado en criterios técnicos rigurosos, es una necesidad imperativa de la empresa DILAGO Ingenieria SAS que busca mantener altos estándares de operación y cumplimiento de la normativa vigente como

API 570: *Piping Inspection Code* y ASME B31.3 *Process Piping* (American Petroleum Institute, 2016; American Society of Mechanical Engineers, 2016).

Con base en los anterior, este proyecto de grado en la modalidad de práctica empresarial se enfocó en la implementación de un procedimiento sistemático para la selección de componentes mecánicos e instrumentación en DILAGO Ingeniería SAS, una empresa dedicada a la ingeniería y suministro de equipos en la industria de hidrocarburos (DILAGO Ingeniería SAS. n.d.). El objetivo consistió en desarrollar un procedimiento, basado en una revisión de normativas internacionales, como las generadas por organismos como la *American Society of Mechanical Engineers* (ASME), el *American Petroleum Institute* (API), y en Colombia por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), que emite las Normas Técnicas Colombianas (NTC), así como en las especificaciones técnicas que incluyen criterios como el tipo de material, la composición química, la temperatura y presión de operación, el tipo de conexión, espesor de pared y el tamaño del diámetro nominal, que son esenciales para garantizar la durabilidad y eficiencia de los componentes. Con este procedimiento, se buscó no solo optimizar los procesos actuales, sino también establecer una metodología que impacte directamente en la mejora de la productividad y competitividad de la empresa DILAGO Ingeniería SAS.

## 1. Marco teórico

Las válvulas son dispositivos mecánicos que controlan el flujo de fluidos en un sistema de tuberías. Estas pueden abrirse, cerrarse o regularse para permitir, detener o controlar el flujo de fluidos. Las válvulas se utilizan en una variedad de aplicaciones en la industria de hidrocarburos,

como en la regulación del flujo en pozos de petróleo, en sistemas de transporte de gas natural, en plantas de refinación, entre otros (Greene, 2012). Cada tipo de válvula posee características y aplicaciones específicas, y su elección adecuada depende de múltiples factores, como el tipo de fluido, la presión, la temperatura, el tamaño del sistema, los requisitos de control del flujo, el diseño y selección de materiales para resistir el ataque de corrosión y/o erosión, la capacidad de la válvula para soportar presiones máximas de trabajo o prueba, así como las necesidades y costos asociados al mantenimiento (American Water Works Association, 2009).

Por su parte, las tuberías son vitales en la industria de hidrocarburos, sirviendo como conductos para su transporte desde los puntos de producción hasta las instalaciones de procesamiento, almacenamiento y distribución. Su tamaño, material y configuración varían según las necesidades específicas y las condiciones operativas del sistema, asegurando así un transporte seguro y eficiente a lo largo de la cadena de valor. El diseño de tuberías abarca aspectos como la selección de materiales, dinámica de fluidos, el dimensionamiento, y la transferencia de calor, así como el análisis de tensiones y estructuras para garantizar la integridad y resistencia de las tuberías bajo diversas condiciones operativas. Cada uno de estos factores implica consideraciones específicas para optimizar el diseño. El flujo de fluido en un espacio anular presenta características únicas, como un patrón de flujo asimétrico y una mayor resistencia al flujo debido a la geometría del espacio, lo que puede influir en los criterios de dimensionamiento y selección de tuberías (Ziu, 2019).

Adicionalmente, los accesorios son componentes fundamentales en los sistemas de tuberías, diseñados para desempeñar funciones específicas a lo largo de su recorrido, como cambios de dirección, ramificaciones o reducciones de diámetro. Estos deben coincidir en especificaciones y clasificación con la tubería a la que se acoplan y se fabrican conforme a su

espesor de pared o *Schedule*. Los accesorios mecánicos, como codos, tes, reducciones, bridas, válvulas de control, entre otros, son esenciales para conectar, unir, soportar y controlar el flujo de fluidos en el sistema de tuberías, garantizando su integridad y eficiencia operativa, así como facilitando operaciones de mantenimiento, reparación y expansión (Parisher, 2011).

Las válvulas, tuberías y accesorios mecánicos, además de cumplir con requisitos básicos de materiales y aplicaciones, también deben ser seleccionadas en función de otros parámetros, como el rating, el diámetro nominal (DN), el tipo de cara y la conexión, así como el espesor de pared (*Schedule*), todos ellos factores fundamentales para garantizar la operación eficiente y segura del sistema. El *rating* de una válvula se refiere a la presión máxima que puede soportar en condiciones normales de operación y está estandarizado por normas como ASME (*American Society of Mechanical Engineers*), siendo común el uso de clases como 150 lb, 300 lb o 900 lb, según la presión operativa requerida en el sistema. A su vez, el diámetro nominal (DN) describe el tamaño del conducto por el que circula el fluido, lo cual influye directamente en el caudal del sistema. La presión nominal y el diámetro nominal están íntimamente relacionados, pues una válvula con mayor diámetro nominal debe ser capaz de soportar mayores presiones y caudales para un óptimo rendimiento (Ziu, 2019).

Por otro lado, el tipo de cara define la forma en que se acopla la válvula al resto del sistema de tuberías, siendo comunes los tipos *Raised Face* (RF) y *Ring-Type Joint* (RTJ), que proporcionan un sellado eficiente en condiciones de alta presión. Junto con esto, el tipo de conexión de la válvula (roscada, brida o soldada) determina el nivel de hermeticidad y la facilidad de instalación, con las conexiones bridadas y soldadas siendo preferidas para aplicaciones críticas debido a su robustez y fiabilidad (Parisher, 2011). El espesor de pared o *Schedule* es un parámetro crucial para la selección de tuberías y válvulas, ya que determina la resistencia a la presión interna. Los valores

más comunes de *Schedule* varían desde SCH 40 hasta SCH 160, donde un mayor espesor proporciona una mayor resistencia a presiones elevadas, especialmente en sistemas como los de transporte de crudo (American Society of Mechanical Engineers, 2018).

Por las condiciones de operación que incluyen, presión, fluidos corrosivos y riesgos de contaminación o explosión por las posibles fugas, en la industria de hidrocarburos, se requiere de una cuidadosa y acertada selección de equipos, como válvulas, tuberías, accesorios mecánicos y de instrumentación, para garantizar el funcionamiento seguro y eficiente de sus procesos (Alvarado, et. al., 2015). Diversos estudios han abordado este tema, proponiendo procedimientos y metodologías para llevar a cabo esta selección de manera efectiva. En este sentido, el método *STAMPED* es un acrónimo utilizado en ingeniería para recordar los pasos esenciales que deben seguirse al especificar un conector (como una tubería, una brida o una válvula) para un sistema de tuberías (Ordoñez Ccente, 2021). Este método mencionado, es un enfoque de ingeniería convencional utilizado durante décadas por ingenieros y profesionales del diseño de sistemas de tuberías y que ha evolucionado con el tiempo para proporcionar una estructura sistemática para la selección de conectores de tuberías. Este método tiene en cuenta el Tamaño, la Temperatura, la Aplicación, el Fluido, la Presión, los Extremos de las conexiones finales, y la Entrega, (todo ello según sus siglas en inglés, de *Size, Temperature, Application, Media, Pressure, Ends y Delivery*) (CEJN, 2022).

La selección de válvulas, tuberías y accesorios mecánicos en proyectos de ingeniería requiere de procedimientos bien definidos que integren aspectos técnicos, operativos y económicos. En este contexto, diversos estudios han propuesto metodologías para optimizar este proceso. El trabajo de Guerrero, S. (2010) presenta una catalogación de válvulas manuales, tubería y accesorios en una planta papelera, basado en el análisis de requerimientos técnicos y normas

estándar que los rigen nacional e internacionalmente. Este enfoque facilita el proceso de compra permitiendo identificar el accesorio más adecuado para cada aplicación, considerando factores como el tipo de conexión, el material utilizado, que normalmente incluye aceros de grado ASTM A105 para componentes de alta presión o ASTM A182 F316 para condiciones de alta corrosión, los diámetros específicos y las presiones nominales.

La disponibilidad de bases de datos y herramientas especializadas es fundamental en la selección de equipos mecánicos en la industria de hidrocarburos. Empresas líderes en el sector, como ExxonMobil (2018) y Shell (2024), han desarrollado plataformas y sistemas que facilitan la búsqueda y comparación de productos, así como la evaluación de su desempeño en condiciones específicas de operación. Por ejemplo, la plataforma en línea de selección de válvulas de *Emerson Automation Solutions* proporciona acceso a una amplia variedad de productos, permitiendo a los ingenieros buscar y comparar diferentes opciones según sus requerimientos técnicos y comerciales. Este tipo de herramientas contribuye a agilizar el proceso de selección y garantizar la elección de equipos adecuados para cada aplicación. Sin embargo, son herramientas limitadas por su enfoque en productos de sus propias marcas, lo que restringe la comparativa con equipos de otros fabricantes. Además, su uso puede estar restringido por la disponibilidad de licencias, acceso a bases de datos privadas o suscripciones costosas, lo que puede dificultar el acceso a empresas más pequeñas o independientes (Emerson Automation Solutions, 2024).

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo general**

Apoyar el área de suministros de válvulas, tuberías y accesorios mecánicos en la empresa DILAGO ingeniería SAS implementando un procedimiento de selección de componentes mecánicos en la industria de hidrocarburos.

### **2.2 objetivos Específicos**

Desarrollar un procedimiento para la selección de válvulas, tuberías y accesorios mecánicos, basado en la especificación, ficha técnica o información suministrada, cumpliendo las exigencias técnicas, económicas y de marcas aceptadas por el listado de proveedores de cada cliente.

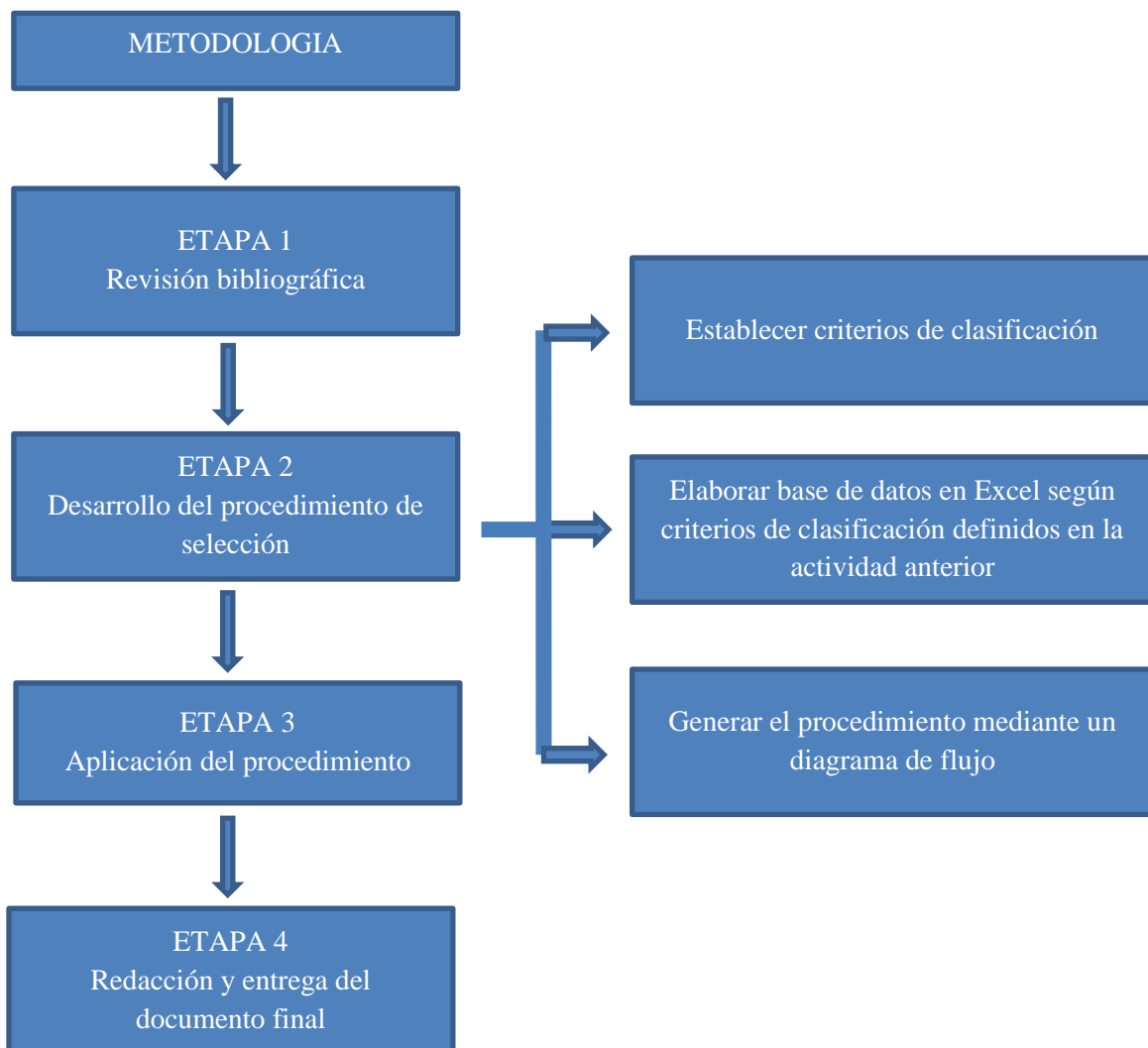
Implementar el procedimiento de selección en la empresa DILAGO Ingeniería SAS para evaluar su eficacia y compararla con los métodos previamente empleados.

### 3. Metodología experimental

A continuación, en la Figura 1 se presentan las etapas y actividades realizadas en la ejecución del presente proyecto realizado bajo la modalidad de práctica empresarial. Seguidamente, se proporciona un desglose detallado de cada una de estas etapas y actividades.

**Figura 1.**

*Flujograma de la metodología seguida durante la ejecución de la práctica empresarial*



### **3.1 Etapa 1: revisión bibliográfica**

En esta etapa, se realizó una revisión bibliográfica, abarcando artículos de revistas especializadas, libros electrónicos, catálogos de fabricantes y normativas relacionadas con las válvulas, tuberías y accesorios mecánicos como los estándares API STANDARD 602: *Gate, Globe, and Check Valves for Sizes DN 100 (NPS 4), and Smaller for the Petroleum and Natural Gas Industries*, API STANDARD 598: *Valve Inspection and Testing*, API STANDARD 600: *Steel Gate Valves-Flanged and Butt-welding Ends, Bolted Bonnets*, STANDARD ASME B16.5: *Pipe Flanges and Flanged Fittings*. Con ellos se estudió la información técnica sobre las propiedades fisicoquímicas y características mecánicas de estos elementos. Además, se llevó a cabo una revisión de la documentación interna ya establecida de la empresa DILAGO ingeniería SAS para complementar la información obtenida. La información se utilizó como base para definir los criterios de selección del procedimiento a desarrollar.

### **3.2 Etapa 2: desarrollo del procedimiento de selección.**

A partir de la información obtenida durante la revisión bibliográfica, se realizaron tres actividades en esta etapa. Primero, se definieron los criterios específicos para la clasificación de válvulas, tuberías y accesorios mecánicos. Con base en estos criterios, se desarrolló una base de datos en Excel (Los resultados se presentan en el siguiente capítulo y en el anexo 1) como parte de la segunda actividad. La estructura de la base de datos fue diseñada para facilitar la navegación de futuros empleados, optimizando la selección de componentes mediante una segmentación de datos que permite explorar configuraciones y combinaciones posibles. Además, se incluyó

información sobre la máxima presión de trabajo conocida como el *rating*, el diámetro nominal, el tipo de cara, la conexión, el espesor de pared o *schedule*, los materiales utilizados, las normas y estándares aplicables e información específica de las válvulas, tuberías y accesorios mecánicos.

Estos recursos fueron la base para desarrollar un procedimiento eficiente de selección para el departamento de compras de DILAGO ingeniería SAS, como tercera actividad de esta etapa. Este procedimiento se muestra en un flujograma detallado que describe paso a paso el proceso de selección, desde el requerimiento hasta la entrega de los productos, el cual se detalla en el siguiente capítulo de resultados en la sección 4.3.

### **3.3 Etapa 3: aplicación del procedimiento.**

Una vez desarrollado el procedimiento, este fue implementado en un proyecto vigente de DILAGO Ingeniería SAS, en el cual se solicitó el suministro de trece (13) válvulas, siendo las de tipo bola, las sugeridas por el cliente. Para evaluar la efectividad y aplicabilidad del nuevo procedimiento en un entorno real, se realizó una comparación entre el método tradicional de selección de componentes y el nuevo procedimiento basado en la herramienta desarrollada.

La comparación se centró en varios factores: el tiempo requerido para completar el proceso de selección, la cantidad de intercambios de correos electrónicos necesarios para aclarar detalles técnicos, y la precisión en la alineación de las ofertas con las especificaciones solicitadas por el cliente.

## 4. Resultados y discusión

### 4.1 Criterios de clasificación

Una vez realizada la revisión bibliográfica y con base en las necesidades de DILAGO Ingeniería SAS, se definieron criterios específicos de clasificación tanto para válvulas y tuberías como para accesorios mecánicos, y son indicados a continuación: En el caso de las válvulas, se definieron seis criterios basados en el tipo de válvula (*gate, globe, check, ball, plug, butterfly, o choke*, por sus términos en inglés), el rating, el tamaño, el tipo de conexión y cara, el material de fabricación, las normas y estándares de diseño, fabricación, pruebas e inspección. Las tuberías fueron clasificadas según el método de fabricación (sin costura o con costura), clasificadas según el material utilizado para su fabricación, el espesor de la pared y el diámetro externo, mientras que los accesorios mecánicos se organizaron en función de su aplicación, incluyendo elementos como bridas, *fittings*, y *branches*, por sus términos en inglés.

### 4.2 Implementación de base de datos

Con base en los criterios de clasificación definidos en la etapa 4.1 se implementó una base de datos en la cual se organizó la información. En la Figura 2 muestran los diez menús de la página principal de la base de datos implementada en este trabajo de grado para la selección de válvulas, tuberías y accesorios mecánicos en DILAGO Ingeniería SAS, en la parte derecha se muestra un esquema del tipo de accesorio específico seleccionado. En esta interfaz, se presenta una

segmentación de datos donde el usuario debe filtrar las especificaciones definidas en la sección 4.1. El procedimiento consiste en especificar los componentes según el tipo de suministro (válvula, tubería o accesorio), el tipo de componente (por ejemplo, válvula de bola, válvula *check*, bridas, entre las otras opciones definidas), el *rating* de presión, el tamaño nominal de tubería (NPS), el espesor de la pared (*Schedule*) y el tipo de conexión (brida, roscada, soldada).

Este sistema de segmentación permite que, dependiendo de las selecciones que realice el usuario, se muestren automáticamente las combinaciones disponibles aplicables (en el anexo 1 se pueden ver más detalles). Una vez filtrados los datos, el usuario se redirige a una pestaña específica donde se detalla la información del componente seleccionado, facilitando el proceso de comparación y selección. Esta segmentación agiliza la búsqueda y selección de componentes al permitir al usuario ajustar los parámetros según las necesidades del proyecto, buscando seleccionar el componente correcto basado en los requerimientos técnicos específicos.

## Figura 2.

*Página principal de la base de datos mostrando la segmentación de componentes por suministro, tipo, rating, tamaño y otras especificaciones.*

SUMINISTRO				
Accesorios				
Tubería				
Válvula				

TIPO	RATING	SIZE(Inch)	FACING	CONEXIÓN
Ball	150	1"	RF	Bridada
Branches	300	1/2"	RTJ	Roscada
Bridas	400	1/4"	(en blanco)	Soldada
Butterfly	600	1+1/2"		(en blanco)
Check	800	1+1/4"		
	ANN			

SCHEDULE	NOMINAL PIPE SIZE (Inch)	OD (mm)	Espesor de pared (mm)
5	1"	10.3	1.24
10	1/2"	13.7	1.65
20	1/4"	17.1	1.73
30	1/8"	21.3	2.11



Para cada tipo de suministro se diseñó una hoja de datos específica. En el caso de las válvulas, como se resalta en color amarillo en la Figura 3, la hoja contiene información detallada sobre su descripción, aplicaciones, características, ventajas, materiales, rating, TRIM, las especificaciones y estándares aplicables. Además, incluye información sobre las diferentes clasificaciones y se presenta una segmentación de datos que clasifica los tipos de válvulas y muestra las posibles configuraciones. Este enfoque se implementó con el fin de tener un proceso que sea repetible, basados en la agrupación adecuada con las clasificaciones y combinaciones posibles, teniendo en cuenta tanto aspectos de diseño como características técnicas y de aplicación específicas.

**Figura 3.**

*Sección de la base de datos para válvulas de compuerta*

GATE VALVES

**DESCRIPCIÓN**

Las válvulas de compuerta son un tipo de válvula que utiliza una compuerta o cuchilla para controlar el flujo de un fluido. El disco o compuerta se mueve linealmente hacia arriba y hacia abajo, perpendicular al flujo, permitiendo o bloqueando el paso del fluido.

Las válvulas de compuerta son utilizadas en una amplia variedad de aplicaciones industriales y comerciales donde se requiere un cierre completo sin restricción del flujo.

- El disco se mueve en una dirección lineal, permitiendo un flujo completo o un cierre completo.
- Una vez abierta completamente, la válvula de compuerta ofrece una mínima resistencia al flujo, lo que minimiza la caída de presión.
- No se recomienda para la regulación de flujo porque las vibraciones y la erosión pueden dañar la compuerta si se opera parcialmente abierta.
- Proporciona un sellado eficaz cuando está completamente cerrada, lo que minimiza la fuga.
- Ofrece una obstrucción mínima al flujo cuando está completamente abierta, lo que es ideal para aplicaciones donde se requiere una caída de presión mínima.
- Generalmente requiere menos mantenimiento en comparación con otros tipos de válvulas, debido a su simplicidad de diseño.
- La construcción robusta y los materiales utilizados hacen que las válvulas de compuerta sean duraderas, especialmente en aplicaciones de alta presión y alta temperatura.

**ESPECIFICACIONES Y ESTÁNDARES**

**MATERIAL**

El material se selecciona en función de las condiciones específicas de operación, como temperatura, presión, y resistencia a la corrosión, asegurando un rendimiento óptimo en aplicaciones industriales específicas.

**RATING**

El rating es la presión máxima para la que está diseñada la válvula a la temperatura nominal para un material determinado.

**TRIM**

El "trim" se refiere a las partes internas que están en contacto directo con el flujo del fluido, incluyendo, el asiento, el disco, el backseat y el vástago. La selección del material del trim es crucial para asegurar la resistencia al desgaste, corrosión y altas temperaturas.

**CLASIFICACIÓN**

Las válvulas de compuerta se pueden clasificar de diferentes maneras según su diseño, características y aplicaciones. También es importante entender cómo se pueden combinar estas clasificaciones para cumplir con las necesidades específicas de una aplicación. A continuación se describen estas clasificaciones:

**Tipo de disco**

- Double disc
- Flexible wedge
- Parallel disc
- Solid wedge
- Split wedge

**Apertura del flujo**

- Apertura completa
- Apertura reducida
- Venturi

**Tipo de huso**

- Non-rising stem
- Rising stem

**Tipo de conexión**

- Bridada
- Roscada
- Soldada

Para obtener información detallada sobre materiales, ratings, TRIM y normativas aplicables, se hace clic en el ícono de la lupa resaltado de color azul en la Figura 3, lo que redirige a pestañas adicionales con información más detallada. Lo anterior conduce a lo que se muestra en la Figura 4, y esta sección presenta una hoja de especificaciones y estándares donde se detalla en tablas el título, contenido y aplicaciones de cada norma y especificación relevante para el diseño, inspección y uso de los componentes. Los anexos 2, 3, 4 y 5 complementan esta información al mostrar detalles de las secciones de la base de datos que agrupan información sobre el rating, materiales de fabricación, clasificación del TRIM y dimensiones de tubería, respectivamente. Esto permite comparar los requerimientos y definir si su aplicación es viable. Para el rating y el TRIM, las tablas se presentan según el estándar ASME B16.34 (2020) y API 600 (2021).

**Figura 4.**

*Sección de la base de datos de especificaciones y estándares.*

REF	TITULO	CONTENIDO	APLICACIONES
A13.1	Esquema de Identificación de Tuberías	Establece un sistema uniforme de identificación de tuberías de fluidos y gases.	Utilizado en la identificación de tuberías en instalaciones industriales y comerciales para mejorar la seguridad y facilitar el mantenimiento.
B1.20.1	Roscas de Tubería, Generalmente Aplicable	Establece las dimensiones, tolerancias y tipos de roscas de tuberías de uso general, incluidas las roscas cónicas.	Aplicado en la fabricación de tuberías, conexiones y válvulas con roscas para garantizar la compatibilidad y la hermeticidad en las conexiones.
B16.1	Bridas y Accesorios de Hierro Fundido	Especifica las dimensiones y tolerancias de las bridas y accesorios de hierro fundido.	Utilizado en sistemas de tuberías industriales y de servicios públicos que manejan agua, aire y otros fluidos no corrosivos.
B16.3	Accesorios de Hierro Maleable	Establece los requisitos de diseño, materiales, dimensiones y tolerancias para accesorios de tuberías de hierro maleable.	Empleado en instalaciones de tuberías de baja presión para agua, gas, petróleo y vapor.
B16.4	Codos de Hierro Fundido	Establece las dimensiones y tolerancias de codos de hierro fundido para tuberías.	Utilizado en sistemas de tuberías donde se requiere un cambio de dirección en el flujo de fluidos.
B16.5	Bridas de Tubería y Bridas	Especifica los requisitos para las bridas de tuberías, incluidas las	Utilizado en la conexión de tuberías, válvulas, bombas y otros equipos en

Adicionalmente, como parte de este proceso, se diseñaron inicialmente siete formatos de tabulación técnica (Ver anexos del 6 al 12) para las válvulas, especificando los datos de materiales, dimensiones y conexiones, presión y temperatura de trabajo, pruebas y certificaciones, diseño y operación para que los proveedores completen sus ofertas y posteriormente poder realizar la comparación. Al finalizar esta etapa, se contó con la base de datos como herramienta fundamental, que forma parte del procedimiento de selección, el cual se detalla a continuación en la sección 4.3. La base de datos contiene información detallada sobre siete tipos de válvulas, que incluyen: compuerta, globo, antirretorno, bola, tapón, mariposa y estrangulamiento. Además, abarca tuberías tanto con cómo sin costura, y ocho tipos de *fittings*: codos, tees, reductores, acoples, tapones y uniones. También incluye cinco tipos de bridas: ciega, deslizante, soldada, roscada y *lap joint*, y cuatro tipos de *branches*: *sockolet*, *weldolet*, *threadolet* y *latrolet*, proporcionando una visión integral de los componentes.

#### **4.3 Procedimiento de selección implementado utilizando la base de datos**

La aplicación del procedimiento para la selección de componentes mecánicos en la industria de hidrocarburos implementado con el desarrollo del presente trabajo en DILAGO Ingeniería SAS, se muestra en el flujograma de la Figura 5. De manera general, el proceso de selección comienza con la recepción de la información del proyecto, en la que el cliente proporciona las especificaciones, las necesidades técnicas específicas o los requerimientos de servicio para el componente en cuestión. El siguiente paso es determinar si el requerimiento del cliente contiene una hoja de datos donde especifique el tamaño nominal, el material, tipo de conexión, la temperatura y presión de operación, el rating y notas si es el caso. Si el requerimiento

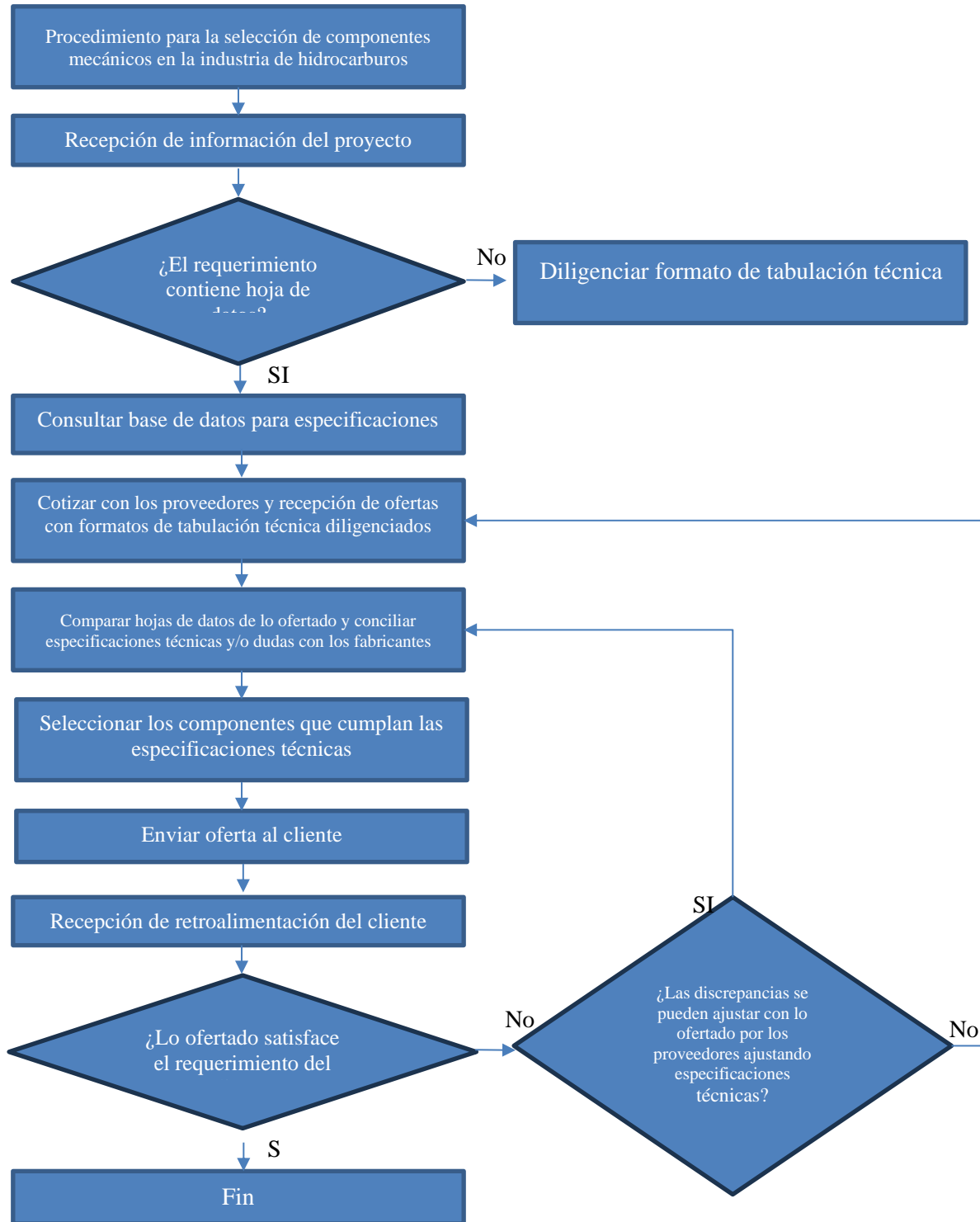
no incluye esta hoja, se solicita al cliente que complete el formato de tabulación técnica o los requerimientos de servicio para tener una base de partida de la necesidad. En el caso que el requerimiento sí contenga la hoja de datos, se procede a consultar la base de datos implementada para obtener las especificaciones relevantes, realizar el descarte primario y aclarar dudas que puedan surgir.

Una vez revisada la información, descartados los accesorios que no cumplen los atributos iniciales, se seleccionan los posibles candidatos y se envía una solicitud de cotización a los proveedores pertinentes, quienes, a su vez, envían sus ofertas junto con los formatos de tabulación técnica diligenciados por ellos con los detalles de su propuesta. Las ofertas recibidas se someten a un proceso de comparación en el cual se cotejan las propuestas con los requerimientos iniciales del cliente, utilizando el formato de tabulación técnica como guía. Si hay discrepancias o dudas, se procede a conciliar las especificaciones técnicas con los proveedores o fabricantes.

**Figura 5.**

*Flujograma del procedimiento de selección de componentes mecánicos en DILAGO Ingeniería*

SAS



Posteriormente, se continua el proceso de selección de los componentes que cumplen con las especificaciones técnicas exigidas cotejando las opciones disponibles en la base de datos creada y se envía una oferta o propuesta al cliente. Tras recibir la retroalimentación del cliente, se evalúa si lo ofertado satisface completamente el requerimiento del cliente. Si la respuesta es afirmativa, el proceso concluye. Si lo ofertado no cumple con los requisitos del cliente, se plantea la pregunta de si las discrepancias pueden ser ajustadas mediante la oferta de los proveedores, se verifica si existe una referencia nueva o no incluida en la base de datos o si es posible; modificar las especificaciones técnicas. Si la respuesta es negativa, se debe repetir el proceso de cotización con los proveedores y ajustar los criterios de búsqueda en la base de datos. En caso afirmativo, se regresa al paso de comparar las hojas de datos ofertadas y conciliar las especificaciones técnicas, repitiendo el proceso hasta llegar a una solución que satisfaga los requisitos del cliente. Lo anterior se detalla en el flujograma de la Figura 5.

#### **4.4 Aplicación del procedimiento:**

A continuación, se presenta una descripción del método de selección tradicional y seguidamente se presenta el método implementado, el cual tiene en cuenta criterios específicos asociados a los atributos del material y geométricos, sumados a especificaciones de operación.

##### ***4.4.1 Método tradicional de selección aplicado en DILAGO Ingeniería SAS***

El método tradicional de selección de válvulas, tuberías y accesorios mecánicos en DILAGO Ingeniería SAS consistía en recibir el requerimiento del cliente, enviar las solicitudes de

cotización a los proveedores, recibir las ofertas, compararlas principalmente en función del conocimiento del equipo y del precio, y luego proceder a la selección buscando la que cumpliera en mayor proporción los requerimientos. Este proceso se caracterizaba por una alta dependencia de correos electrónicos para las aclaraciones técnicas lo que a menudo demandaba tiempos de respuesta en las órdenes de compra y consecuentes retrasos en la toma de decisiones debido a múltiples intercambios de información para resolver dudas o discrepancias. Regularmente, el proceso de ajustar la oferta a los requerimientos del cliente y resolver las dudas duraba aproximadamente tres semanas en promedio, este dato fue obtenido con análisis de 73 procesos realizados de enero a mayo de 2024.

Como ejemplo se encontró un caso específico que comenzó el 6 de marzo de 2024 con la recepción del requerimiento del cliente. A partir del 2 de abril de 2024, se inició una serie de correos con los proveedores para aclarar información técnica no especificada en la oferta inicial, lo que llevó a la actualización de la oferta en tres ocasiones. Finalmente, el proceso concluyó con la recepción de la segunda orden de compra el 11 de mayo de 2024, después de intercambios de comunicaciones para resolver inquietudes técnicas, lo que generó que el proceso tomara un tiempo de un mes para ajustar la oferta a los requerimientos específicos del cliente.

#### ***4.4.2 Método implementado***

En contraste, la implementación de los formatos de tabulación técnica desarrollados optimizó la selección de componentes al aplicar el procedimiento descrito para satisfacer las necesidades técnicas del cliente de manera efectiva, logrando reducir los reprocesos, minimizando las consultas entre cliente y proveedor. Aunque el tiempo para generar una orden de compra

depende de varios factores internos del cliente y no solo de la respuesta del proveedor, el nuevo procedimiento generó un formato de tabulación técnica, que busca eliminar dudas o ambigüedades de requerimiento, ya que la información se encuentra detallada y clara en los formatos implementados. Esta información se utiliza para realizar el proceso de descarte inicial y búsqueda final en la base de datos implementada.

Un ejemplo del procedimiento implementado en DILAGO Ingeniería SAS fue el proceso de venta de 13 válvulas tipo bola. El gasoducto donde se instalarán las válvulas es una línea aérea de transporte de crudo, expuesta a fluctuaciones de temperatura ambiente que varían entre 0°C y 50°C. El crudo transportado es crudo pesado, que necesita ser bombeado a temperaturas cercanas a 50°C para reducir su viscosidad y garantizar un flujo eficiente. La presión operativa del sistema es de 900 lb, suficiente para mantener un flujo constante en la tubería y garantizar que el crudo se transporte de manera eficiente a través de la línea, evitando bloqueos o acumulación.

Con este requerimiento, en la base de datos, se descartaron válvulas como las válvulas de mariposa y válvulas de globo, ya que, aunque son útiles en otras aplicaciones, no proporcionan el nivel de precisión necesario para el control de flujo en un sistema de transporte de crudo pesado. Las válvulas de mariposa, por ejemplo, tienen dificultades para regular flujos a alta presión y presentan fugas en algunas situaciones. De manera similar, las válvulas de globo, aunque útiles para regulación de flujo en aplicaciones más ligeras, no cumplen con los requerimientos de durabilidad y control necesarios en este sistema. Como resultado de la preselección, se encontró que las válvulas de bola eran las ideales en este caso porque se caracterizan por tener un cierre hermético, capacidad para manejar grandes volúmenes de flujo, y requerir bajo mantenimiento, características importantes en operaciones de hidrocarburos. Además, su capacidad de rápida

apertura y cierre las hace especialmente adecuadas para situaciones donde es crucial regular el flujo con precisión y rapidez, aspecto solicitado por el cliente.

El requerimiento empezó el 15 de mayo de 2024, donde se inició diligenciando la información técnica suministrada por el cliente en el formato de tabulación técnica mostrado en el anexo 2. Seguidamente, al tener una preselección utilizando la base de datos, se generó un requerimiento, el cual fue enviado a los proveedores el mismo día. El 22 de mayo (siete días después) se logró tener la oferta detallada al cliente para su consideración, quien emitió la orden de compra el 10 de junio (diecinueve días después), en este caso no se requirió realizar consultas adicionales a las partes durante el proceso. Esto se logró ya que los proveedores agruparon la información técnica de lo ofertado en los formatos desarrollados en este trabajo como se evidencia en la figura 6. En esta figura se muestra el formato de tabulación técnica y señala la información diligenciada por un proveedor, donde se puede observar cómo se cubrieron todas las especificaciones solicitadas, o describe las desviaciones ofertadas, lo que eliminó la necesidad de correos adicionales para aclaraciones técnicas.

**Figura 6.**

*Formato de tabulación técnica de válvulas de bola diligenciado por un proveedor*

FORMATO PARA TABULACIÓN TÉCNICA				
Ítem	Descripción técnica	Especificaciones técnicas	Ofertado	Observaciones
<b>VÁLVULA DE BOLA</b>				
	Fabricante	Vendorlist ECP	YDF	
1	Materiales			
1,1	Material del cuerpo	A216 Gr WCB	A216 Gr WCB	
1,2	Material de la bola	A182 Gr F6a	A182 Gr F6a	
1,3	Material del asiento	PTFE	Grafito	Diferencia en el material del asiento
1,4	Empaques	Viton-A O-ring, SS+Graphite gasket, SS+ PTFE Bearing	Viton-A O-ring, SS+Graphite gasket, SS+ PTFE Bearing	
2	Dimensiones y conexiones			
2,1	Diametro nominal (DN)	8"	8"	
2,2	Longitud total (Face-to-face)	No especificado		
2,3	Tipo de conexión	RTJ	RTJ	
3	Presion y temperatura de trabajo			
3,1	Clase de Presion	900 LB	900 LB	
3,2	Rango de temperatura de operación	32 °F - 302 °F	32 °F - 302 °F	
4	Pruebas y certificaciones			
4,1	Pruebas hidrostáticas	API 6D	Incluye en API 6D	
4,2	Pruebas de Seguridad contra fuego	API 607	Incluye en API 607	
4,3	Certificado de materiales	ASTM	Incluido	
5	Diseño y operación			
5,1	Tipo de operación	Manual	Manual	
5,2	Tipo de bola	Full bore	Full bore	
5,3	Numero de piezas	2 piezas	3 piezas	
<b>Notas:</b>				
1.	Diligenciar cada casilla de las columnas "Ofertado y Observaciones" de acuerdo al alcance de la oferta, dando cumplimiento a las			
2.	Cualquier desviación a las especificaciones debe ser explícitamente declarada.			
3.	En la sección <b>OBSERVACIONES</b> se deben incluir todas aquellas desviaciones adicionales que presente la oferta con respecto a los especificado por el cliente. Si no se tiene desviaciones adicionales frente a las especificaciones, se deberá de todos modos diligenciar esta sección indicando que no presenta desviaciones.			
4.	Detallar los estándares aplicables (ASTM, DIN, etc.) para cada material.			
5.	Asegurarse de que las dimensiones cumplen con los estándares aplicables (ASME, EN, etc.).			
6.	Incluir certificados y pruebas requeridas por las normativas aplicables.			

En cuanto a los materiales seleccionados, el cuerpo de la válvula fue fabricado en A216 Gr WCB, un acero al carbono que contiene aproximadamente un 0.30% de carbono, 0.60-0.90% de manganeso, junto con pequeñas cantidades de fósforo y azufre. Este material destaca por su resistencia mecánica y buena soldabilidad, lo que lo hace adecuado para soportar presiones elevadas, como las de 900 LB, resistiendo el desgaste por impacto y fatiga. Su límite elástico es de aproximadamente 250 MPa, con una resistencia a la tracción de entre 485-620 MPa, lo que lo convierte en una opción confiable para aplicaciones de alta presión en el gasoducto aéreo, donde las temperaturas fluctúan y las exigencias de presión son constantes. Aunque no es altamente

resistente a la corrosión por sí solo, su aplicación en un gasoducto aéreo, que no está sumergido continuamente en fluidos corrosivos, lo hace adecuado para este entorno (Shell, 2024).

El material de la bola, por su parte, es A182 Gr F6a, un acero inoxidable martensítico con un contenido de 12-14% de cromo, lo que le proporciona una alta resistencia a la corrosión y una dureza Rockwell C de entre 23 y 28. Estas propiedades garantizan un desempeño confiable bajo condiciones de alta fricción y desgaste, típicas en el flujo de crudo. Su límite elástico es de alrededor de 380-415 MPa, con una resistencia a la tracción de entre 585-690 MPa, lo que lo hace adecuado para aplicaciones críticas donde se requiere una mayor resistencia a la presión y a la corrosión (Emerson Automation Solutions, 2024). El asiento de grafito, ofertado por el proveedor, ofrece una mejora significativa respecto al PTFE inicialmente solicitado. El grafito tiene una resistencia térmica de hasta 450°C y es químicamente estable bajo presión extrema, lo que lo convierte en una opción más adecuada para el transporte de crudo calentado, minimizando fugas y asegurando un sellado hermético en el gasoducto (ASTM International, 2014). En conjunto, estos materiales no solo cumplen con los requisitos técnicos del cliente, sino que también proporcionan durabilidad, resistencia a la corrosión y fiabilidad en las condiciones específicas del gasoducto aéreo, asegurando el transporte eficiente y seguro del crudo.

Finalmente, al momento de la entrega de las válvulas, se elaboró un informe de liberación que incluyó una inspección visual y un registro fotográfico, como se muestra en la Figura 7. En la parte superior, la placa del fabricante especifica el diámetro (8 pulgadas), rating (900 LB), tipo de válvula (Trunnion Ball Valve) y los materiales del cuerpo, vástago (stem) y bola, junto con el número de serie y fecha de fabricación. En el cuerpo de la válvula, grabado en relieve (círculo naranja), se detallan nuevamente el tamaño, rating, y material del cuerpo (A105N), lo que permite asegurar la trazabilidad del equipo. Además, se registraron números de colada, diámetros y

seriales, que fueron incluidos en el informe. Se realizaron observaciones sobre el buen estado de la válvula, la preservación del sello, y se confirmó que los estampes coincidían con los certificados de calidad proporcionados por el fabricante, sin evidencias de daños.

**Figura 7.**

*Evidencia fotográfica anexa en el reporte de libración de las válvulas.*



En este ejemplo se muestra de forma general el impacto positivo del nuevo método implementado en DILAGO Ingeniería SAS. Como resultado, la empresa tardó una semana en completar el proceso de selección, ajustar la oferta a los requerimientos del cliente y resolver las dudas, un tiempo similar al promedio observado en la empresa en los últimos tres meses, basado en el análisis de 31 procesos de ventas recientes. Esto representa una reducción de dos semanas en comparación con el método tradicional utilizado previamente, lo que evidencia una mayor eficiencia en el nuevo procedimiento implementado.

La optimización del proceso de selección de componentes no solo permitió reducir el tiempo necesario para completar el ciclo de compra, sino que también eliminó la necesidad de aclaraciones adicionales por parte del cliente, gracias a la precisión y claridad de la información

suministrada a través del formato de tabulación técnica mostrado en la Figura 6. Esto resultó en un proceso ágil, eficiente y alineado con los requerimientos técnicos, cumpliendo con las expectativas del cliente sin generar inquietudes durante la gestión del pedido.

## 5. Conclusiones

Con base en los objetivos planteados, en las actividades realizadas en la empresa durante la práctica empresarial y la información consultada, se puede concluir lo siguiente:

La estandarización de la información técnica mediante los formatos de tabulación ha mejorado la calidad de la comunicación tanto con los proveedores como con los clientes. Esto se logra al proporcionar información clara y detallada desde el inicio, lo que ha logrado minimizar las discrepancias y reducir los reprocesos, lo que ha contribuido a una mayor satisfacción del cliente y a una mejor gestión de las relaciones con los proveedores.

La base de datos desarrollada, junto con los criterios de selección definidos, ha permitido una mejor organización y acceso a la información técnica necesaria para la selección de componentes. Esto ha resultado en una reducción de errores en la selección y en los procesos de compra, mejorando la precisión y la calidad del trabajo realizado por el equipo de suministros.

La adopción del nuevo procedimiento ha tenido un impacto positivo en la productividad del equipo de suministros de DILAGO Ingeniería SAS. Al reducir los tiempos de selección de 3 semanas en promedio a 1 semana, y al disminuir los reprocesos, la empresa ha optimizado recursos humanos, al minimizar demoras y mejorar la planificación y eficiencia en los procesos.

## 6. Recomendaciones

Se recomienda continuar alimentando la base de datos con información técnica sobre componentes mecánicos o de nuevos fabricantes, ampliando su alcance para incluir también componentes de instrumentación. Esto no solo hará la base de datos más completa y útil para la selección de componentes, sino que también facilitará la gestión integral de suministros en la empresa.

Es crucial que la base de datos se mantenga actualizada conforme a los últimos estándares, normas y especificaciones del sector. Esto garantizará que las decisiones de selección se basen en los criterios más recientes y relevantes, asegurando la conformidad con las exigencias técnicas y normativas vigentes.

Se sugiere crear más formatos de tabulación técnica, idealmente cubriendo todos los componentes mecánicos relevantes, y priorizando aquellos que son más vendidos o utilizados en DILAGO Ingeniería SAS. Esto permitirá estandarizar y agilizar aún más el proceso de selección, reduciendo la necesidad de aclaraciones técnicas y mejorando la eficiencia operativa. Es recomendable que estos formatos se adapten específicamente a las necesidades de DILAGO Ingeniería SAS, considerando las características y demandas de sus clientes, así como las particularidades del mercado en el que opera la empresa.

### Referencias Bibliográficas

- Aguilera, R. F. (2004). *The integration of the oil industry in Colombia*. Cambridge University Press.
- Alvarado, J. G., Delgado, J. G., & Medina, H. R. (2015). *Rol de la Química Orgánica en los procesos de conversión de hidrocarburos*. Educación Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, 26(4). ISSN 0187-893X.
- American Petroleum Institute (API). (2021). *API Standard 600: Steel Gate Valves-Flanged and Butt-welding Ends, Bolted Bonnets*. American Petroleum Institute.
- American Petroleum Institute (API). (2022). *API Standard 602: Gate, Globe, and Check Valves for Sizes DN 100 (NPS 4) and Smaller for the Petroleum and Natural Gas Industries*. American Petroleum Institute.
- American Petroleum Institute (API). (2023). *API Standard 598: Valve Inspection and Testing*. American Petroleum Institute.
- American Petroleum Institute. (2011). *API 571: Damage Mechanisms Affecting Fixed Equipment in the Refining Industry*. American Petroleum Institute.
- American Petroleum Institute. (2016). *API 570: Piping Inspection Code: In-service Inspection, Rating, Repair, and Alteration of Piping Systems*. American Petroleum Institute.
- American Petroleum Institute. (2022). *API Standard 602: Gate, Globe, and Check Valves for Sizes DN 100 (NPS 4), and Smaller for the Petroleum and Natural Gas Industries* (última edición). American Petroleum Institute.

American Society of Mechanical Engineers (ASME). (2020). *ASME B16.5: Pipe Flanges and Flanged Fittings*. American Society of Mechanical Engineers.

American Society of Mechanical Engineers. (2016). *ASME B31.3: Process Piping*. American Petroleum Institute.

American Society of Mechanical Engineers. (2018). *ASME B36.10M: Welded and seamless wrought steel pipe*. American Society of Mechanical Engineers.

American Society of Mechanical Engineers. (2020). *ASME B16.34: Valves—Flanged, Threaded, and Welding End*. American Society of Mechanical Engineers.

American Water Works Association. (2009). *Distribution valves selection, installation, field testing, and maintenance* (2nd ed.). AWWA. ISBN 1-58321-430-5.

ASTM International. (2014). *ASTM A216/A216M-14: Standard Specification for Steel Castings, Carbon, Suitable for Fusion Welding, for High-Temperature Service*.  
<https://www.astm.org/a216-a216m-14.html>

ASTM International. (2020). *ASTM A182/A182M-20: Standard Specification for Forged or Rolled Alloy and Stainless Steel Pipe Flanges, Forged Fittings, and Valves and Parts for High-Temperature Service*. <https://www.astm.org/a182-a182m-20.html>

Bhadeshia, H. K. D. H., & Honeycombe, R. W. K. (2017). *Steels: Microstructure and properties* (4th ed.). Butterworth-Heinemann. ISBN 9780081002704.

CEJN. (2022). *¿Qué es STAMPED y por qué necesitas saberlo?* <https://www.cejn.com/es-es/articles/que-es-stamped-y-por-que-necesitas-saberlo>

Cengel, Y. A., & Boles, M. A. (2019). *Thermodynamics: An engineering approach* (9th ed.). McGraw-Hill Education. ISBN 9780073398174.

DILAGO Ingeniería SAS. (n.d.). *DILAGO Ingeniería SAS: Ingeniería y suministro de equipos.*

<https://www.dilagoingenieriasas.com/>

Ecopetrol. (2024). *Ecopetrol registró utilidad de \$19,1 billones en 2023, el segundo mejor resultado de su historia.* *Forbes Colombia.*

<https://forbes.co/2024/02/29/actualidad/ecopetrol-registro-utilidad-de-191-billones-en-2023-el-segundo-mejor-resultado-de-su-historia>

Emerson Automation Solutions. (2024). *Valve selection platform.* <https://www.emerson.com/en-us/automation-solutions>

ExxonMobil. (2024). *Lubricantes Colombia.* <https://corporate.exxonmobil.com/>

Greene, R. W. (2012). *Válvulas: selección, uso y mantenimiento.* McGraw-Hill. ISBN 9684220332.

Guerrero Murcia, S. (2010). *Catalogación de válvulas manuales, tubería y accesorios en una planta papelera* [Trabajo de grado, Universidad Autónoma de Occidente].

Miller, D. R. (2004). *Valve selection handbook: Engineering fundamentals for selecting the right valve design for every industrial flow application* (5th ed.). Elsevier. ISBN 9780750677172.

Mokhatab, S., Poe, W. A., & Speight, J. G. (2019). *Handbook of natural gas transmission and processing* (4th ed.). Gulf Professional Publishing. ISBN 9780128158172.

Ordoñez Ccente, R. (2021). *Selección de las mangueras hidráulicas mediante el método Stamp, en el camión 797f CAT, Minera Chinalco* [Trabajo de grado, Universidad Nacional del Centro de Perú].

Parisher, R. A. (2011). *Pipe Drafting and Design* (3rd ed.). Elsevier Science & Technology. ISBN 9780123847010.

Pierson, H. O. (1993). *Handbook of Carbon, Graphite, Diamond and Fullerenes: Properties, Processing and Applications*. William Andrew Publishing.

Shell. (2024). *Combustibles*. <https://www.shell.com.co>

Smith, P. (2014). *Piping materials guide*. Elsevier. ISBN 9780127999462.

Totten, G. E., & Howes, M. A. H. (1997). *Steel heat treatment handbook* (2nd ed.). CRC Press. ISBN 9780824797970.

Ziu, C. G. (2019). *Design of Piping Systems* (1st ed.). McGraw-Hill Education. In *Double-Walled Piping: A Handbook for the Petroleum and Petrochemical Industry* (Chap. 1.5). ISBN 9780071841726.

Ziu, C. G. (2019). *Design of Piping Systems* (1st ed.). McGraw-Hill Education. In *Double-Walled Piping: A Handbook for the Petroleum and Petrochemical Industry* (Chap. 1.5). ISBN 9780071841726.

## Apéndices

**Apéndice A. Sección de la base de datos donde se evidencia las combinaciones aplicables para los fittings, por sus siglas en ingles.**

SUMINISTRO				
Accesorios				
Tubería				
Valvula				

TIPO	RATING	SIZE(Inch)	FACING	CONEXIÓN
Branches	3000	1"	(en blanco)	Roscada
Bridas	6000	1/2"	RF	Soldada
Fittings	(en blanco)	1+1/2"	RTJ	Bridada
Ball	150	1+1/4"		(en blanco)
Butterfly	300	10"		

SCHEDULE	NOMINAL PIPE SIZE (Inch)	OD (mm)	Espesor de pared (mm)
10S	(en blanco)	(en blanco)	(en blanco)
40S	1"	10,3	1,24
5S	1/2"	13,7	1,65
(en blanco)	1/4"	17,1	1,73






**Apéndice C. Sección de la base de datos donde se agrupa información acerca de los materiales de fabricación de las válvulas, tuberías y accesorios mecánicos**

MATERIAL	COMPOSICION QUIMICA	DESCRIPCION	CARACTERISTICAS
ASTM A216 WCB	(C): 0.20-0.29% (Mn): 0.60-1.00% (P): ≤ 0.04% (S): ≤ 0.045% (Si): 0.15-0.35%	Acero al carbono fundido.	Buena resistencia mecánica, moderada resistencia a la corrosión.
ASTM A217 WC6	(C): 0.05-0.15% (Mn): 0.30-0.60% (Cr): 0.50-0.75% (Mo): 0.45-0.65%	Acero al cromo-molibdeno fundido	Alta resistencia a altas temperaturas y corrosión.
ASTM A217 WC9	(C): 0.05-0.15% (Mn): 0.30-0.60% (Cr): 2.00-2.50% (Mo): 0.90-1.10%	Acero al cromo-molibdeno fundido, similar al WC6, pero con mayor contenido de cromo.	Resistencia mejorada a la corrosión y oxidación en alta temperatura.
ASTM A217 C5	(C): 0.12% max (Cr): 4.00-6.00% (Mo): 0.45-0.65%	Acero al cromo-molibdeno fundido	Excelente resistencia a la oxidación a alta temperatura.
	(C): 0.08% max		Buena resistencia a la



**Apéndice D. Sección de la base de datos de la clasificación de TRIM según API 600 (2021)**

**CLASIFICACION DE TRIM SEGÚN API 600**



TIPO DE TRIM	MATERIAL DEL ASIENTO	MATERIAL DEL DISCO	MATERIAL DEL BACKSEAT	MATERIAL DEL VASTAGO	CARACTERISTICAS	APLICACIONES
TRIM 1	410	410	410	410	Acero inoxidable martensítico, buena resistencia al desgaste y moderada resistencia a la corrosión.	Generalmente utilizado en servicios de agua, gas y petróleo.
TRIM 2	304	304	304	304	Acero inoxidable austenítico, buena resistencia a la corrosión, pero menor resistencia al desgaste.	Usado en servicios ligeramente corrosivos, como en la industria alimentaria.
TRIM 3	310	310	310	310	Acero inoxidable con alta resistencia a la oxidación a altas temperaturas.	Aplicaciones a alta temperatura, como hornos y calderas.
TRIM 4	Hard 410	Hard 410	410	410	Acero inoxidable 410 endurecido, alta resistencia al desgaste.	Aplicaciones que requieren resistencia al desgaste y al impacto.
TRIM 5	Stellite	Stellite	410	410	Stellite es una aleación basada en cobalto, excelente resistencia al desgaste y a la corrosión.	Usado en aplicaciones críticas donde el desgaste y la corrosión son significativos.
TRIM 6	Ni-Cr	Ni-Cr	410	410	Aleación de níquel-cromo, alta resistencia al desgaste y a la corrosión.	Aplicaciones en entornos corrosivos.

**Apéndice E. Sección de la base de datos de dimensiones de tubería según ASME B36.10 (2018)**

**DIMENSIONES DE TUBERÍA SEGÚN ASME B36.10**

Nominal Pipe Size (inches)	OD (mm)	Espesor de tubería (mm)																	
		10	20	30	STD	40	60	XS	80	100	120	140	160	XXS	5S	10S	40S	80S	
1/8"	10,3				1,73	1,73		2,41	2,41								1,24	1,73	2,41
1/4"	13,7				2,24	2,24		3,02	3,02								1,65	2,24	3,02
3/8"	17,1				2,31	2,31		3,2	3,2								1,65	2,31	3,2
1/2"	21,3				2,77	2,77		3,73	3,73				4,78	7,47	1,65	2,11	2,77	3,73	
3/4"	26,7				2,87	2,87		3,91	3,91				5,56	7,82	1,65	2,11	2,87	3,91	
1"	33,4				3,38	3,38		4,55	4,55				6,35	9,09	1,65	2,77	3,38	4,55	
1+1/4"	42,2				3,56	3,56		4,85	4,85				6,35	9,7	1,65	2,77	3,56	4,85	
1+1/2"	48,3				3,68	3,68		5,08	5,08				7,14	10,15	1,65	2,77	3,68	5,08	
2"	60,3				3,91	3,91		5,54	5,54				8,74	11,07	1,65	2,77	3,91	5,54	
2+1/2"	73				5,16	5,16		7,01	7,01				9,53	14,02	2,11	3,05	5,16	7,01	
3"	88,9				5,49	5,49		7,62	7,62				11,13	15,24	2,11	3,05	5,49	7,62	
3+1/2"	101,6				5,74	5,74		8,08	8,08						2,11	3,05	5,74	8,08	
4"	114,3				6,02	6,02		8,56	8,56		11,13		13,49	17,12	2,11	3,05	6,02	8,56	
5"	141,3				6,55	6,55		9,53	9,53		12,7		15,88	19,05	2,77	3,4	6,55	9,53	
6"	168,3				7,11	7,11		10,97	10,97		14,27		18,26	21,95	2,77	3,4	7,11	10,97	
8"	219,1		6,35	7,04	8,18	8,18	10,31	12,7	12,7	15,09	18,26	20,52	23,01	22,23	2,77	3,76	8,18	12,7	
10"	273,1		6,35	7,8	9,27	9,27	12,7	12,7	15,09	18,26	21,44	25,4	28,58	25,4	3,4	4,19	9,27	12,7	
12"	323,9		6,35	8,38	9,53	10,31	14,27	12,7	17,48	21,44	25,4	28,58	33,32	25,4	3,96	4,57	9,52	12,7	
14"	355,6	6,35	7,92	9,53	9,53	11,13	15,09	12,7	19,05	23,83	27,79	31,75	35,71		3,96	4,78			
16"	406,4	6,35	7,92	9,53	9,53	12,7	16,66	12,7	21,44	26,19	30,96	36,53	40,49		4,19	4,78			
18"	457	6,35	7,92	11,13	9,53	14,27	19,05	12,7	23,88	29,36	34,39	39,67	45,24		4,19	4,78			
20"	508	6,35	9,53	12,7	9,53	15,09	20,62	12,7	26,19	32,54	38,1	44,45	50,01		4,78	5,54			
22"	559	6,35	9,53	12,7	9,53		22,23	12,7	28,58	34,93	41,28	47,63	53,98		4,78	5,54			
24"	610	6,35	9,53	14,27	9,53	17,48	24,64	12,7	30,66	38,60	46,63	53,97	60,64		5,54	6,35			

## Apéndice F. Formato de tabulación técnica para válvulas de bola

FORMATO PARA TABULACIÓN TÉCNICA				
Ítem	Descripción técnica	Especificaciones técnicas	Ofertado	Observaciones
<b>VÁLVULA DE BOLA</b>				
1	Materiales			
1,1	Material del cuerpo			
1,2	Material de la bola			
1,3	Material del asiento			
1,4	Empaques			
2	Dimensiones y conexiones			
2,1	Diametro nominal (DN)			
2,2	Longitud total (Face-to-face)			
2,3	Tipo de conexión			
3	Presion y temperatura de trabajo			
3,1	Clase de Presion			
3,2	Rango de temperatura de operación			
4	Pruebas y certificaciones			
4,1	Pruebas hidrostáticas			
4,2	Pruebas de estanqueidad			
4,3	Certificado de materiales			
5	Diseño y operación			
5,1	Tipo de operación			
5,2	Tipo de bola			
5,3	Numero de piezas			
<b>Notas:</b>				
1.	Diligenciar cada casilla de las columnas "Ofertado y Observaciones" de acuerdo al alcance de la oferta, dando cumplimiento a las especificaciones.			
2.	Cualquier desviación a las especificaciones debe ser explícitamente declarada.			
3.	En la sección <b>OBSERVACIONES</b> se deben incluir todas aquellas desviaciones adicionales que presente la oferta con respecto a los especificado por el cliente. Si no se tiene desviaciones adicionales frente a las especificaciones, se deberá de todos modos diligenciar esta sección indicando que no presenta desviaciones.			
4.	Detallar los estándares aplicables (ASTM, DIN, etc.) para cada material.			
5.	Asegurarse de que las dimensiones cumplen con los estándares aplicables (ASME, EN, etc.).			
6.	Incluir certificados y pruebas requeridas por las normativas aplicables.			

## Apéndices G. Formato para tabulación técnica para válvulas de compuerta

FORMATO PARA TABULACIÓN TÉCNICA				
Ítem	Descripción técnica	Especificaciones técnicas	Ofertado	Observaciones
<b>VÁLVULA DE COMPUERTA</b>				
1	Materiales			
1,1	Material del cuerpo			
1,2	Material de la compuerta			
1,3	Material del asiento			
2	Dimensiones y conexiones			
2,1	Diametro nominal (DN)			
2,2	Longitud total (Face-to-face)			
2,3	Tipo de conexión			
3	Presion y temperatura de trabajo			
3,1	Clase de Presion			
3,2	Rango de temperatura de operación			
4	Pruebas y certificaciones			
4,1	Pruebas hidrostáticas			
4,2	Certificado de materiales			
5	Diseño y operación			
5,1	Tipo de operación			
5,2	Tipo de vástago			
<b>Notas:</b>				
1.	Diligenciar cada casilla de las columnas "Ofertado y Observaciones" de acuerdo al alcance de la oferta, dando cumplimiento a las especificaciones.			
2.	Cualquier desviación a las especificaciones debe ser explícitamente declarada.			
3.	En la sección <b>OBSERVACIONES</b> se deben incluir todas aquellas desviaciones adicionales que presente la oferta con respecto a los especificado por el cliente. Si no se tiene desviaciones adicionales frente a las especificaciones, se deberá de todos modos diligenciar esta sección indicando que no presenta desviaciones.			
4.	Detallar los estándares aplicables (ASTM, DIN, etc.) para cada material.			
5.	Asegurarse de que las dimensiones cumplen con los estándares aplicables (ASME, EN, etc.).			
6.	Incluir certificados y pruebas requeridas por las normativas aplicables.			

## Apéndice H. Formato para tabulación técnica para válvulas de retención

FORMATO PARA TABULACIÓN TÉCNICA				
Ítem	Descripción técnica	Especificaciones técnicas	Ofertado	Observaciones
<b>VÁLVULA DE RETENCIÓN</b>				
1	Materiales			
1,1	Material del cuerpo			
1,2	Material del disco			
1,3	Material del asiento			
2	Dimensiones y conexiones			
2,1	Diametro nominal (DN)			
2,2	Longitud total (Face-to-face)			
2,3	Tipo de conexión			
3	Presion y temperatura de trabajo			
3,1	Clase de Presion			
3,2	Rango de temperatura de operación			
4	Pruebas y certificaciones			
4,1	Pruebas hidrostáticas			
4,2	Certificado de materiales			
5	Diseño y operación			
5,1	Tipo de disco			
5,2	Tipo de cierre			
<b>Notas:</b>				
1.	Diligenciar cada casilla de las columnas "Ofertado y Observaciones" de acuerdo al alcance de la oferta, dando cumplimiento a las especificaciones.			
2.	Cualquier desviación a las especificaciones debe ser explícitamente declarada.			
3.	En la sección <b>OBSERVACIONES</b> se deben incluir todas aquellas desviaciones adicionales que presente la oferta con respecto a los especificado por el cliente. Si no se tiene desviaciones adicionales frente a las especificaciones, se deberá de todos modos diligenciar esta sección indicando que no presenta desviaciones.			
4.	Detallar los estándares aplicables (ASTM, DIN, etc.) para cada material.			
5.	Asegurarse de que las dimensiones cumplen con los estándares aplicables (ASME, EN, etc.).			
6.	Incluir certificados y pruebas requeridas por las normativas aplicables.			

### Apéndice I. Formato para tabulación técnica para válvulas choke

FORMATO PARA TABULACIÓN TÉCNICA				
Ítem	Descripción técnica	Especificaciones técnicas	Ofertado	Observaciones
<b>VÁLVULA CHOKE</b>				
1	Materiales			
1,1	Material del cuerpo			
1,2	Material del estrangulador			
1,3	Material del asiento			
2	Dimensiones y conexiones			
2,1	Diametro nominal (DN)			
2,2	Tipo de conexión			
3	Presion y temperatura de trabajo			
3,1	Clase de Presion			
3,2	Rango de temperatura de operación			
4	Pruebas y certificaciones			
4,1	Pruebas hidrostáticas			
4,2	Certificado de materiales			
5	Diseño y operación			
5,1	Tipo de estrangulador			
5,2	Tipo de operación			
<b>Notas:</b>				
1.	Diligenciar cada casilla de las columnas "Ofertado y Observaciones" de acuerdo al alcance de la oferta, dando cumplimiento a las especificaciones.			
2.	Cualquier desviación a las especificaciones debe ser explícitamente declarada.			
3.	En la sección <b>OBSERVACIONES</b> se deben incluir todas aquellas desviaciones adicionales que presente la oferta con respecto a los especificado por el cliente. Si no se tiene desviaciones adicionales frente a las especificaciones, se deberá de todos modos diligenciar esta sección indicando que no presenta desviaciones.			
4.	Detallar los estándares aplicables (ASTM, DIN, etc.) para cada material.			
5.	Asegurarse de que las dimensiones cumplen con los estándares aplicables (ASME, EN, etc.).			
6.	Incluir certificados y pruebas requeridas por las normativas aplicables.			

## Apéndice J. Formato para tabulación técnica para válvulas de globo

FORMATO PARA TABULACIÓN TÉCNICA				
Ítem	Descripción técnica	Especificaciones técnicas	Ofertado	Observaciones
<b>VÁLVULA DE GLOBO</b>				
1	Materiales			
1,1	Material del cuerpo			
1,2	Material del disco			
1,3	Material del asiento			
2	Dimensiones y conexiones			
2,1	Diametro nominal (DN)			
2,2	Longitud total (Face-to-face)			
2,3	Tipo de conexión			
3	Presion y temperatura de trabajo			
3,1	Clase de Presion			
3,2	Rango de temperatura de operación			
4	Pruebas y certificaciones			
4,1	Pruebas hidrostáticas			
4,2	Certificado de materiales			
5	Diseño y operación			
5,1	Tipo de disco			
5,2	Tipo de flujo			
<b>Notas:</b>				
1.	Diligenciar cada casilla de las columnas "Ofertado y Observaciones" de acuerdo al alcance de la oferta, dando cumplimiento a las especificaciones.			
2.	Cualquier desviación a las especificaciones debe ser explícitamente declarada.			
3.	En la sección <b>OBSERVACIONES</b> se deben incluir todas aquellas desviaciones adicionales que presente la oferta con respecto a los especificado por el cliente. Si no se tiene desviaciones adicionales frente a las especificaciones, se deberá de todos modos diligenciar esta sección indicando que no presenta desviaciones.			
4.	Detallar los estándares aplicables (ASTM, DIN, etc.) para cada material.			
5.	Asegurarse de que las dimensiones cumplen con los estándares aplicables (ASME, EN, etc.).			
6.	Incluir certificados y pruebas requeridas por las normativas aplicables.			

**Apéndice K. Formato para tabulación técnica para válvulas mariposa**

<b>FORMATO PARA TABULACIÓN TÉCNICA</b>				
<b>Ítem</b>	<b>Descripción técnica</b>	<b>Especificaciones técnicas</b>	<b>Ofertado</b>	<b>Observaciones</b>
<b>VÁLVULA MARIPOSA</b>				
1	Materiales			
1,1	Material del cuerpo			
1,2	Material del disco			
1,3	Material del asiento			
2	Dimensiones y conexiones			
2,1	Diametro nominal (DN)			
2,2	Tipo de conexión			
3	Presion y temperatura de trabajo			
3,1	Clase de Presion			
3,2	Rango de temperatura de operación			
4	Pruebas y certificaciones			
4,1	Pruebas hidrostáticas			
4,2	Certificado de materiales			
5	Diseño y operación			
5,1	Tipo de disco			
5,2	Tipo de operación			
<b>Notas:</b>				
1.	Diligenciar cada casilla de las columnas "Ofertado y Observaciones" de acuerdo al alcance de la oferta, dando cumplimiento a las especificaciones.			
2.	Cualquier desviación a las especificaciones debe ser explícitamente declarada.			
3.	En la sección <b>OBSERVACIONES</b> se deben incluir todas aquellas desviaciones adicionales que presente la oferta con respecto a los especificado por el cliente. Si no se tiene desviaciones adicionales frente a las especificaciones, se deberá de todos modos diligenciar esta sección indicando que no presenta desviaciones.			
4.	Detallar los estándares aplicables (ASTM, DIN, etc.) para cada material.			
5.	Asegurarse de que las dimensiones cumplen con los estándares aplicables (ASME, EN, etc.).			
6.	Incluir certificados y pruebas requeridas por las normativas aplicables.			

## Apéndice L. Formato para tabulación técnica para válvulas de tapón

FORMATO PARA TABULACIÓN TÉCNICA				
Ítem	Descripción técnica	Especificaciones técnicas	Ofertado	Observaciones
<b>VÁLVULA DE TAPÓN</b>				
1	Materiales			
1,1	Material del cuerpo			
1,2	Material del tapón			
1,3	Material del asiento			
2	Dimensiones y conexiones			
2,1	Diametro nominal (DN)			
2,2	Longitud total (Face-to-face)			
2,3	Tipo de conexión			
3	Presion y temperatura de trabajo			
3,1	Clase de Presion			
3,2	Rango de temperatura de operación			
4	Pruebas y certificaciones			
4,1	Pruebas hidrostáticas			
4,2	Certificado de materiales			
5	Diseño y operación			
5,1	Tipo de tapón			
5,2	Tipo de operación			
<b>Notas:</b>				
1.	Diligenciar cada casilla de las columnas "Ofertado y Observaciones" de acuerdo al alcance de la oferta, dando cumplimiento a las especificaciones.			
2.	Cualquier desviación a las especificaciones debe ser explícitamente declarada.			
3.	En la sección <b>OBSERVACIONES</b> se deben incluir todas aquellas desviaciones adicionales que presente la oferta con respecto a los especificado por el cliente. Si no se tiene desviaciones adicionales frente a las especificaciones, se deberá de todos modos diligenciar esta sección indicando que no presenta desviaciones.			
4.	Detallar los estándares aplicables (ASTM, DIN, etc.) para cada material.			
5.	Asegurarse de que las dimensiones cumplen con los estándares aplicables (ASME, EN, etc.).			
6.	Incluir certificados y pruebas requeridas por las normativas aplicables.			