

**ESTANDARIZACIÓN EN EL PROCESO DE SELECCIÓN Y ESPECIFICACIÓN  
DE MATERIALES EN TUBERIAS Y ACCESORIOS UTILIZANDO EL  
PROGRAMA PUMA 5 EN LA COMPAÑÍA TIPIEL S.A  
-PRÁCTICA EMPRESARIAL-**

**MARIO EDILBERTO DOMÍNGUEZ BELTRÁN**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANER  
FACULTAD DE FISICOQUÍMICA  
ESCUELA DE INGENIERIA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES  
BUCARAMANGA  
2010**

**ESTANDARIZACIÓN EN EL PROCESO DE SELECCIÓN Y ESPECIFICACIÓN  
DE MATERIALES EN TUBERIAS Y ACCESORIOS UTILIZANDO EL  
PROGRAMA PUMA 5 EN LA COMPAÑÍA TIPIEL S.A  
-PRÁCTICA EMPRESARIAL-**

**MARIO EDILBERTO DOMÍNGUEZ BELTRÁN**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniero Metalúrgico.**

**Director:  
Ing. JUAN CARLOS BORRERO**

**Codirector:  
Ing. AFRANIO CARDONA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANER  
FACULTAD DE FISICOQUÍMICA  
ESCUELA DE INGENIERIA METALÚRGICA Y CIENCIA DE MATERIALES  
BUCARAMANGA  
2010**

## DEDICATORIA

A Dios por darme la fortaleza por la realización de esta meta.

A mi madre Silvia Beltrán, quien me educó con ese carácter batallador y noble, para lograr todos mis objetivos.

A mi querida esposa Salometh Olarte y mi futuro hijo, quienes me han dado la jerarquía para ser mejor cada día.

A mis Tías y Tíos quienes me apoyaron incasablemente y creyeron en mí, en el alcance de este objetivo hasta el último día.

A mi padre Edilberto Domínguez quien me dió su apoyo y es un gran ejemplo profesional para mi vida.

A mis hermanos a quienes los quiero y los estimo demasiado.

A TIPIEL S.A. quien me abrió sus puertas para llevar a cabo este proyecto.

A mis amigos y a los que nunca lo fueron, ya que ellos son la pauta para tomar como ejemplo para ser mejor cada día.

A mis Profesores quienes me formaron como ingeniero y dieron lo mejor de ellos para transmitirme sus conocimientos.

## **AGRADECIMIENTOS**

LUIS ALBERTO QUIROZ, Ingeniero Mecánico, Gerente Operativo TPIEL S.A.

JUAN CARLOS BORRERO, Ingeniero Mecánico, Coordinador Departamento de Tubería TIPIEL S.A.

ENRIQUE BERNAL, Ingeniero Mecánico, Coordinador de la Sección de Materiales en el Proyecto Planta de Gas, TIPIEL S.A.

HENRY GONZALEZ, Ingeniero Metalúrgico, Coordinador de la Sección de Materiales del Proyecto Marco de Ecopetrol.

ALEJANDRO VELEZ, Ingeniero Mecánico, Coordinador de la Sección de Materiales de los Proyectos de BP.

ANTONIO LEÓN, Ingeniero Mecánico, Especialista en materiales del proyecto Planta de gas.

AFRANIO CARDONA, Ingeniero Metalúrgico, Docente de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica.

ANDRES GUARÍN, Especialista en el manejo del software PUMA 5.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. OBJETIVOS	16
1.1 OBJETIVO GENERAL	16
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	16
2. PERFIL DE LA EMPRESA	17
2.1 TIPIEL S.A.	17
2.1.1 Sistemas de calidad, medio ambiente, salud y seguridad	18
3. MARCO TEÓRICO	19
3.2 CRITERIOS EN LA SELECCIÓN DE MATERIALES	20
3.3 CONSIDERACIONES GENERALES Y CRITERIOS DE DISEÑO	21
3.3.1 Normas de diseño	23
3.3.2 Presión de diseño	23
3.3.3 Temperatura de diseño	24
3.3.4 Espesor de pared	25
3.4 ACCESORIOS DE TUBERÍAS	26
3.4.1 Bridas.	27
3.4.2 Disco ciego.	28
3.4.3 Codos.	29
3.4.4 Te.	30
3.4.5 Reducción.	31
3.4.6 Válvulas.	32
3.5 DESCRIPCIÓN DEL PUMA 5	36
3.5.1 Descripción de las aplicaciones del puma 5	37
4. SIGLAS	41

5. ELABORACIÓN DEL MANUAL- GUÍA SOBRE LA ESTANDARIZACIÓN EN EL PROCESO DE SELECCIÓN Y ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES EN TUBERIAS Y ACCESORIOS HACIENDO USO DEL PROGRAMA PUMA 5 EN LA COMPAÑÍA TIPIEL S.A	44
6. CONCLUSIONES	65
7. RECOMENDACIONES	66
BIBLIOGRAFÍA	67

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Normas De Diseño	23
Tabla 2. Reducción de temperatura para componentes sin aislamiento	24
Tabla 3. Códigos de la destinación	60

## LISTA DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1. Brida con cuello para soldar.	24
Imagen 2. Figura en "8" disco ciego espaciador	24
Imagen 3. Codo De 45°	26
Imagen 4. Te de Igual diámetro.	27
Imagen 5. Reducción concéntrica.	28
Imagen 6. Válvula de globo.	29
Imagen 7. Válvula de mariposa.	30
Imagen 8. Válvula de bola.	31
Imagen 9. Válvula de compuerta.	32
Imagen 10. Codificación de los materiales	43
Imagen 11. Listado de fluidos	44
Imagen 12. P&ID (detallado)	45
Imagen 13. Puma 5 ventana de módulos.	46
Imagen 14. Tabla de branch completada	48
Imagen 15. Ventana de clasificación del material con sus respectivas condiciones de trabajo.	49
Imagen 16. Formato para cálculo de espesores	55
Imagen 17. Ventana del PUMA para incluir los espesores de pared	52
Imagen 18. Ventana del PUMA para cargar la tubería y los accesorios	53
Imagen 19. Códigos de clasificación de accesorios en el PUMA 5	54
Imagen 20. Piping class	55
Imagen 21. Módulo take-off con datos introducidos	63
Imagen 22. Imagen de una planta de refinación producida por PDS.	59
Imagen 23. Imagen de tanques de almacenamiento producido por PDS.	59
Imagen 24. Imagen detallada de la toda la planta elaborada por PDS.	60

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración de la guía.	44

## RESUMEN

**TITULO: ESTANDARIZACION EN EL PROCESO DE SELECCIÓN Y ESPECIFICACION DE MATERIALES EN TUBERIAS Y ACCESORIOS UTILIZANDO EL PROGRAMA PUMA 5 EN LA COMPAÑÍA TIPIEL S.A**

**AUTOR. Domínguez Beltrán, Mario Edilberto\*\***

**Palabras Claves: PUMA 5, PI&D, piping class, take-off, Mr's, listado de fluidos, tubería, accesorios de tubería.**

En el siguiente informe se presenta la estandarización de un procedimiento para la realización de documentos sobre especificación de tubería y sus accesorios con ayuda del software PUMA 5 en la sección de materiales de la compañía TIPIEL S.A., ya que en la sección de materiales se venían presentando errores al momento de realizar esta documentación, la compañía TIPIEL S.A. se dio la tarea de asignarme la función de implementar un manual-guía donde se explique paso por paso la manera de realizar los documentos para compra de tubería y accesorios.

La metodología propuesta en este proyecto se basa en recopilación de documentación existente sobre las especificaciones de tubería realizadas con la ayuda del PUMA 5, una capacitación sobre la forma como se opera el PUMA 5, haciendo uso de normas y códigos, de diseño en el sector petrolero, también otros códigos y normas para definir el tipo de material, sus condiciones de trabajo y las especificaciones de todos los componentes de los accesorios de tubería.

La estandarización del procedimiento pretende facilitar la capacitación de trabajadores que no han tenido ningún contacto con el uso del programa PUMA 5. Esto facilita la enseñanza sobre su uso al realizar la documentación necesaria en la sección de materiales de la compañía. Otro logro fue prevenir errores cometidos frecuentemente en la elaboración de los documentos, ya que al estandarizar el procedimiento los errores que se lleguen a cometer en el uso PUMA 5 deben ser fácilmente detectados y solucionados.

Finalmente se da una pequeña visión de los avances en la tecnología que se están implementando en el área del diseño y la construcción de obras en el sector petrolero en las principales compañías siendo TIPIEL S.A. participe de estos avances.

---

\* Trabajo de grado, modalidad práctica empresarial.

\*\* Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela Ingeniería Metalúrgica. Tutor: Ingeniero Juan Carlos Borrero. Cotutor: Ingeniero Afranio Cardona.

## ABSTRACT

**TITLE: STANDARDIZATION IN THE PROCESS OF SELECTING AND SPECIFICATION OF MATERIALS AND ACCESSORIES IN PIPES USING THE SOFTWARE PUMA 5 IN TIPIEL S.A. COMPANY\***

**AUTHOR. Domínguez Beltrán, Mario Edilberto\*\***

**Keywords: PUMA 5, PI & D, piping class, take-off, Mr's, list of fluids, tubing, pipe fittings**

The following report presents the standardization of a procedure for conducting documents about pipe specification and fittings using the software PUMA 5 in the materials section of TIPIEL SA Company. As in the materials section, errors were being presented at the time of this documentation, TIPIEL S.A. Company assigned me the function of implementing a manual-guide that explains step by step how to make documents for the purchase of pipe and fittings.

The methodology proposed in this project is based on collection of existing documentation about specifications of pipe made with the help of PUMA 5, training on how to operate the software, using design standards and codes in oil sector, also other codes and standards to define the type of material, its working conditions and specifications of all components of the fittings.

The standardization of the procedure is intended to facilitate training of workers who have not had any contact with the software PUMA 5. This facilitates its teaching about how to use it, to make the necessary documentation in the materials section of the company. Another achievement was to prevent mistakes frequently done when making documents, as by standardizing the procedure, errors that come up when using PUMA 5 should be easily detected and resolved.

Finally we give a small overview of advances in technology that are being implemented in the design area and construction of works in the oil sector in the major companies being TIPIEL SA into these developments.

---

\* Graduation Project, business practice mode

\*\* Physical Chemistry Faculty of Engineering. School of Metallurgical Engineering.. Tutor: Engineer Borrero, Juan Carlos. Co-tutor: Engineer Cardona, Afranio.

## INTRODUCCIÓN

La tecnología ha avanzado tanto que nos proporciona herramientas que permiten cada vez más facilitar el trabajo y lograr resultados óptimos. Estos avances han dado grandes aportes en la industria de la metalurgia aplicada al sector petrolero, ya que se puede hacer uso del software puma 5 para la selección y especificación de materiales óptimos para tubería y sus accesorios, según el diseño de la planta para funciones en el sector petrolero.

La Compañía TIPIEL S.A. realiza un minucioso control al momento de realizar nuevos proyectos. La sección de Materiales se encarga de verificar y confirmar, si los materiales que son propuestos por el Departamento de Procesos para tuberías y sus accesorios, sean óptimos para llevar a cabo sus funciones.

Para llevar a cabo el buen funcionamiento, la empresa se basa en Códigos de diseño tales como **ASME B 31.8, B31.4, B31.3**, normas para materiales (ASTM, API), y dimensionamiento (**ASME B16.9, B16.11**).

Las normas anteriores nos indican si los materiales utilizados en el diseño de alguna planta son los adecuados, o si se debe cambiar alguno de ellos en el caso que no cumpla un buen funcionamiento.

Al dar la aprobación en los materiales de las tuberías y sus respectivos accesorios, se emplea una herramienta, en este caso un software, llamado PUMA 5. Este programa, elabora los piping class (listado de materiales de tubería con sus respectivos accesorios), MTO (listado de la tubería con sus accesorios donde muestra las especificaciones de cada uno y las cantidades que se soliciten), y las MR's (es la cantidad de material que se va emitir para orden de compra, con sus respectivos precios).

Este software, también especifica cada uno de los códigos, normas y características (diámetro, peso, temperatura diseño, presión, etc.) de cada material con su respectiva tubería y accesorios. En este Informe se explica la forma como se realizó la estandarización recopilando la mayor cantidad de información posible para poder llevar a cabo este proyecto. Los procedimientos llevados a cabo se basan en la selección y especificación de materiales en tuberías y sus accesorios, utilizados en la sección de materiales para la elaboración de documentos en la compañía TIPIEL S.A.

Finalmente la elaboración del manual-guía, incluye el procedimiento a seguir en el programa, facilitando la labor para futuros empleados de la compañía, y aquellos que no han tenido ningún contacto con el software PUMA 5.<sup>[6]</sup>

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

- Estandarizar en la base de datos de la compañía TIPIEL S.A. los pasos a seguir en la elaboración de documentación utilizada en el departamento de tubería, utilizando el programa PUMA 5, sobre la selección y especificación de materiales en tuberías y sus accesorios.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Agrupar las especificaciones que se han desarrollado en proyectos anteriores utilizando el programa PUMA 5 para tenerlas como base al momento de realizar la nueva documentación.
- Adquirir los conocimientos necesarios en el funcionamiento de las principales herramientas utilizadas en el PUMA 5 para la elaboración de los documentos emitidos por la sección de materiales.
- Aplicar las principales funciones del programa PUMA 5 para plasmarlas en la guía, donde se estandarizará el procedimiento, el cual servirá de ayuda a los nuevos empleados y personal que desee capacitarse en la elaboración de estos documentos.
- Elaborar el informe final, teniendo en cuenta las sugerencias dadas en la compañía, por cuestiones de privacidad en algunos documentos y procedimientos.

## 2. PERFIL DE LA EMPRESA

### 2.1 TIPIEL S.A.

Es una compañía Colombiana de ingeniería y construcción cuyos principales sectores de actividad son la producción y refinación petrolera y el sector petroquímico.<sup>[5]</sup>

- ▶ Constituía en 1975 con capital mixto colombiano y extranjero
- ▶ Sucursales (Argentina, Perú, Chile, Bolivia, Ecuador).
- ▶ 35 años continuos de operación
- ▶ 265 proyectos ejecutados
- ▶ Diversificada exitosamente hacia otras áreas mediante la contratación e Implementación de proyectos relacionados con energía, alimentos, agroindustria e infraestructura.<sup>[5]</sup>

TIPIEL S.A. cuenta con una diversidad de secciones las cuales se dedican a labores específicas, como por ejemplo el departamento de tubería está compuesto por diseñadores, analistas de esfuerzos, y analistas de materiales, cada cual con personal capacitado para cada labor, teniendo la excelencia como objetivo cada trabajador.<sup>[5]</sup>

TIPIEL S.A. es una compañía que se preocupa por el bienestar de sus trabajadores y clientes, ofreciendo las condiciones más óptimas para el desarrollo de los diferentes proyectos. Se ha consolidado por ser una compañía con gran credibilidad, Constituyéndose en una organización confiable para los inversionistas industriales de la región, en el campo de la ingeniería, construcción, interventoría y gerencia de proyectos.<sup>[5]</sup>

TIPIEL S.A. cuenta con sus instalaciones principales en la ciudad de Bogotá, situada en un sector donde se sigue por empresas dedicadas a la industria del petróleo como por ejemplo Ecopetrol, siendo este uno de sus mayores clientes.<sup>[5]</sup>

### **2.1.1 Sistemas de calidad, medio ambiente, salud y seguridad.**

TIPIEL SA obtuvo y mantiene en mejora continua los siguientes sistemas certificados por el BUREAU VERITAS QUALITY INTERNATIONAL

- ▶ Sistema de gestión de la calidad (ISO 9001:2000)
- ▶ Sistema de gestión ambiental (ISO 14001:2004)
- ▶ Sistema de gestión de salud y seguridad (OHSAS 18001:2007)<sup>[5]</sup>

### **2.1.2 Principales clientes.**

-REFICAR	-ECOPETROL
-NAP	-CBI
-TRANSMETANO	
-ACEITES MANUELITA S.A.	
-OXY	
-GMP	
-ARGOS	
-PAN AMERICAN ENERGY	
-AXENS	
-MERILECTRICA	
-PETROBRAS	
-PROMIGAS	
-OCENSA	
-MONOMEROS	
-SCHLUMBERGER	
-TECHNIP	

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 ACEROS UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA DEL PETROLEO

A continuación se mostraran los aceros más usados en la industria del petróleo, clasificados por su respectiva norma en la industria y su uso más frecuente.

- Acero al carbono, ASTM A 283 GR. C, se usa en recipientes a presión.
- Acero al carbono, ASTM A 285 GR. C, calderas para servicio estacionario y otros recipientes a presión.
- Acero al carbono con contenido de silicio, ASTM A 516 GR. 55, para servicio a temperaturas bajas y moderadas.
- Acero al carbono con contenido de manganeso y silicio, ASTM A 105, para bridas y accesorios que cumplen servicio a media y altas temperaturas.
- Acero al carbono con contenido de silicio, ASTM A 181 GR. I, para bridas y accesorios que cumplen servicio a condiciones de medias y bajas temperaturas.
- Acero al carbono con contenido de manganeso, ASTM A 53 GR. B, para servicios de tubería, sin costura.
- Acero al carbono con contenido de manganeso, ASTM A 106 GR. B, para servicios de tubería a media y alta temperatura.
- Acero al carbono con contenido de cromo y molibdeno, ASTM A 193 GR. B7, para servicio de alta temperatura en tornillos de diámetros de 2" y menores.
- Acero al carbono con contenido de cromo y molibdeno, ASTM A 194 GR. 2H, para servicio de alta temperatura en tornillos.
- Acero al carbono con contenido de cromo y molibdeno, ASTM A 307 GR. B, para tornillos en uniones de bridas en sistemas de tuberías.
- Acero al carbono con contenido de manganeso, API 5L, sistemas de tuberías de alta presión, para transporte de gases y aceites.
- Aceros inoxidables AISI 304y 304L, usado en intercambiadores de calor, equipos de refinería de petróleo, resistente a altas temperaturas.
- Aceros inoxidables AISI 316 y 316L, el 316 se usa en condiciones donde la corrosión es más severa. Los dos se usan usualmente en intercambiadores de calor, equipos de refinería.
- Aceros inoxidables AISI 410, torres de funcionamiento de petróleo , piezas para turbinas de gas y vapor.<sup>[7,8,10]</sup>

### 3.2 CRITERIOS EN LA SELECCIÓN DE MATERIALES

El problema de la corrosión en algunos metales y sus aleaciones puede ser grave en muchos casos. La mayoría de estos casos pueden prevenirse escogiendo adecuadamente los materiales dentro de la gama muy amplia que dispone el ingeniero. Entre ellos no están solamente los metales sino también los plásticos, cauchos, materiales cerámicos, pinturas, entre otros. <sup>[1, 2,11]</sup>

En las plantas que operan continuamente, por ejemplo las refinerías de petróleo e instalaciones petroquímicas las pérdidas de producción debidas a deterioros por corrosión son tan costosas que justifican el uso de los materiales más caros. En instalaciones más sencillas, puede ser más económico seleccionar materiales de menor costo y programas de limpiezas frecuentes de los equipos para prevenir la corrosión. Es importante que el personal que trabaja en la industria química, petroquímica, refinación de petróleo, etc., tome conciencia del problema de la corrosión con el fin de controlarla. <sup>[1, 2,11]</sup>

Aunque es de gran interés la resistencia a la corrosión de los distintos materiales, la escogencia final depende de otros factores diferentes a la resistencia a la corrosión. El costo, las condiciones de trabajo y el tamaño de la planta, son patrones de suma importancia al momento de seleccionar los materiales indicados. <sup>[7,11]</sup>

Los códigos para recipientes a presión prevén las condiciones de corrosión al indicar los espesores de pared. Según el tipo de corrosión: generalizada, por picado, bajo tensiones, con fatiga, intergranular, etc. se proponen diferentes soluciones. <sup>[1, 2,7]</sup>

A menudo la corrosión puede prevenirse cuidando pequeños detalles en el diseño que seleccionando los materiales más resistentes.

Los siguientes son algunos ejemplos en los que se muestran la importancia de tener un buen diseño

- El ácido sulfúrico concentrado en frío puede transportarse en tuberías de acero al carbono, siempre que la velocidad de circulación sea inferior a 1 m/s. Debido a ello, en este caso, es mejor utilizar tuberías de acero al carbono de diámetros grandes que de acero inoxidable de diámetros pequeños.
- Si los serpentines (tubería en forma de resorte) de calefacción de tanques que contienen soda cáustica se colocan fuera del tanque, pueden ser de acero al carbono, pero si se colocan en el interior deben ser de aleaciones de níquel, ya que el acero al carbono está sujeto a la fragilidad por causa de la soda cáustica, y por los cambios de temperatura.
- La corrosión por picadura de aceros inoxidables en intercambiadores de calor, puede prevenirse eliminando los restos de salmuera cuando no se utiliza el equipo.

Después de seleccionar los materiales hay que asegurarse que han sido fabricados con las especificaciones correctas.

Las tuberías soldadas son menos costosas que las tuberías sin costura, pero en condiciones corrosivas se especifica el tratamiento térmico a que debe someterse el material después de la soldadura. La norma ASTM A 312, que cubre tuberías sin costura de acero inoxidable austenítico de la serie 300, indica que es indispensable un tratamiento a 1400°C después de la fabricación. <sup>[1, 2,]</sup>

### **3.3 CONSIDERACIONES GENERALES Y CRITERIOS DE DISEÑO**

El diseño de un sistema de tuberías consiste en el diseño de sus tuberías, bridas, tortillería, empaquetaduras, válvulas, accesorios, filtros, trampas de vapor, juntas de expansión. También incluye el diseño de los elementos de soporte, tales como

resortes y colgantes, pero no incluye el de estructuras para fijar los soportes, tales como armaduras o pórticos de acero. Todo diseño se basa en la buena elección de las condiciones de trabajo, dependiendo de las condiciones del medio. <sup>[1, 2,]</sup>

A continuación se muestra las pautas o consideraciones a tener en cuenta en el diseño de alguna planta:

- a) Establecer las condiciones de diseño incluyendo presión, temperatura y otras condiciones, tales como la velocidad del viento, movimientos sísmicos, choques de fluido, gradientes térmicos y número de ciclos de diferentes tipos de cargas.
- b) Determinación del diámetro de la tubería, el cual depende fundamentalmente de las condiciones del proceso, es decir, del caudal, la velocidad y la presión del fluido.
- c) Selección de los materiales de la tubería con base en la corrosión, fragilización y resistencia mecánica.
- d) Clasificación (rating) de bridas y válvulas.
- e) Cálculo del espesor mínimo de pared (Schedule) para las temperaturas y presiones de diseño que son propuestas por las normas ASME B 31, de manera que la tubería sea capaz de soportar los esfuerzos tangenciales producidos por la presión del fluido.
- f) Establecimiento de una configuración aceptable de soportes para el sistema de tuberías.
- g) Análisis de esfuerzos por flexión para verificar que los esfuerzos producidos en la tubería por los distintos tipos de carga estén en el rango de los valores admisibles, con el fin de comprobar que las cargas sobre los equipos no sobrepasen los valores límites, satisfaciendo así los criterios del código a emplear. <sup>[1, 2,7]</sup>

### 3.3.1 Normas de diseño

Las normas más utilizadas en el análisis de sistemas de tuberías son las normas conjuntas del **American Standar Institute y la American Society of Mechanical Engineers ANSI/ASME B31.1, B31.3**, etc. Cada uno de estos códigos recoge la experiencia de numerosas empresas especializadas, investigadores, ingenieros de proyectos e ingenieros de campo en áreas de aplicación específicas, a saber:<sup>[2,8,36,37,38]</sup>

Tabla 1. Normas De Diseño

<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>DISEÑO</b>
Transporte de Vapor.	ASME B 31.1
Refinerías y Plantas Petroquímicas.	ASME B 31.3 API 5L
Transporte de Hidrocarburos y Derivados.	ASME B 31.4 API 5L
Transporte de Distribución de Gas	ASME B 31.8 API 5L

**FUENTE:** Manual de INSPEQ INGENIERIA LTDA

En lo que concierne al diseño todas las normas son muy parecidas, existiendo algunas discrepancias con relación a las condiciones de diseño, al cálculo de los esfuerzos y a los factores admisibles. <sup>[2, 8, 36, 37,38]</sup>

### 3.3.2 Presión de diseño

La presión de diseño no será menor que la presión a las condiciones más severas de presión y temperatura, externa o internamente, que se espere en operación normal.

La condición más severa de presión y temperatura, es aquella condición que resulte en el mayor espesor requerido y en la clasificación (“rating”) más alta de los componentes del sistema de tuberías.

Este requisito se cumple utilizando una presión de diseño 30 lbs/pulg<sup>2</sup> o 10% más que la presión de trabajo, también se debe considerar la presión hidrostática del fluido o cualquier otra sustancia contenida en el recipiente. <sup>[2,8]</sup>

### 3.3.3 Temperatura de diseño

La temperatura de diseño es la temperatura del metal que representa la condición más severa de presión y temperatura. Los requisitos para determinar la temperatura de diseño del metal para tuberías son los siguientes:

- Para componentes de tubería con aislamiento externo, la temperatura del metal para diseño será la máxima temperatura de diseño del fluido contenido.
- Para componentes de tubería sin aislamiento externo y sin revestimiento interno, con fluidos a temperaturas de 32°F (0°C) y mayores, la temperatura del metal para diseño será la máxima temperatura de diseño del fluido reducida, según los porcentajes de la tabla 2. <sup>[2,8]</sup>

Tabla 2. Reducción de temperatura para componentes sin aislamiento

<b>COMPONENTE</b>	<b>σT%</b>
Válvulas, tubería, uniones solapadas y accesorios soldados	5
Accesorios bridados	10
Bridas (en línea)	10
Bridas de uniones solapadas	15
Empaquetaduras (en uniones en línea)	10

Pernos (en uniones en línea)	20
Empaquetaduras (en casquetes de válvulas)	15
Pernos (en casquete de válvulas)	30

FUENTE: Manual de INSPEQ INGENIERIA LTDA

- Para temperaturas de fluidos menores de 32°F (0°C), la temperatura del metal para el diseño, será la temperatura de diseño del fluido contenido.
- Para tuberías aisladas internamente la temperatura será especificada o será calculada usando la temperatura ambiental máxima sin viento (velocidad cero).

[2,8]

### 3.3.4 Espesor de pared

El mínimo espesor de pared para cualquier tubería sometida a presión interna o externa, depende de la norma de diseño por la cual se basa, en general es una función de:

- a) El esfuerzo permisible para el material del tubo.
- b) Presión de diseño propuesta por los diseñadores.
- c) Diámetro de la tubería.
- d) Tolerancia en el diámetro de corrosión.
- e) Factor de junta dependiendo del material, encontrado en las normas de diseño.
- f) Factor de calidad encontrado en la normas de diseño.

Además, el espesor de pared de un tubo sometido a presión externa es una función de la longitud del tubo, pues ésta influye en la resistencia al colapso del tubo. [3, 7, 8, 36, 37,38]

### **3.4 ACCESORIOS DE TUBERÍAS**

Es el conjunto de piezas moldeadas o mecanizadas que unidas a los tubos mediante un procedimiento determinado forman las líneas estructurales de tuberías de una planta de proceso. [4, 8,9]

#### **TIPOS.**

Entre los tipos de accesorios más comunes se puede mencionar:

- Bridas
- Codos
- Tes
- Reducciones
- Cuellos o acoples
- Válvulas
- Empaquetaduras
- Tornillos y niples

#### **CARACTERÍSTICAS**

Entre las características se encuentran: tipo, tamaño, aleación, resistencia, espesor y dimensión.

- **Diámetro.** Es la medida de un accesorio o diámetro nominal (diámetro que se calcula según la norma de diseño) mediante el cual se identifica cada uno y depende de las especificaciones técnicas exigidas por los diseñadores y por la norma de diseño.
- **Resistencia.** Es la capacidad de esfuerzo por pulgada cuadrada (psi) en libras o en kilogramos que aporta un determinado accesorio en plena operatividad.
- **Aleación.** Es el conjunto de materiales metálicos del cual está hecho un accesorio de tubería.

- Espesor. Es el grosor que posee la pared del accesorio de acuerdo a las normas y especificaciones establecidas. <sup>[4,8,9]</sup>

**3.4.1 Bridas.** Son accesorios para conectar tuberías con equipos (bombas, intercambiadores de calor, calderas, tanques, etc.) o accesorios (codos, válvulas, etc.). La unión se hace por medio de dos bridas, en la cual una de ellas pertenece a la tubería y la otra al equipo o accesorio a ser conectado. La ventaja de las uniones bridadas radica en el hecho de que por estar unidas por espárragos, permite el rápido montaje y desmontaje con el objetivo de realizar reparaciones o mantenimiento. <sup>[4, 8,9]</sup>

## **TIPOS Y CARACTERÍSTICAS**

- Brida con cuello para soldar es utilizada con el fin de minimizar el número de soldaduras en pequeñas piezas a la vez que contribuye a contrarrestar la corrosión en la junta. (imagen1)
- Brida roscada. Son bridas que pueden ser instaladas sin necesidad de soldadura y se utilizan en líneas con fluidos con temperaturas moderadas, baja presión y poca corrosión, no es adecuada para servicios que impliquen fatigas térmicas.
- Brida ciega. Es una pieza completamente sólida sin orificio para fluido, y se une a las tuberías mediante el uso de tornillos, se puede colocar conjuntamente con otro tipo de brida de igual diámetro, cara y resistencia. <sup>[4,8,9]</sup>

Imagen 1. Brida con cuello para soldar.



Powered by DHTools.com

**FUENTE:** TIPIEL S.A.

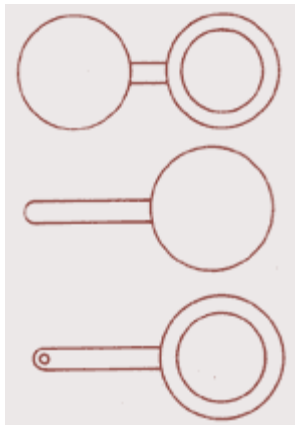
**3.4.2 Disco ciego.** Son accesorios que son usados en los equipos y las juntas de tuberías entre bridas, para bloquear fluidos.

#### **TIPOS Y CARACTERÍSTICAS.**

Los discos ciegos existen en diferentes formas y tamaños, los más comunes son:

- Un plato circular con lengua o mango
- Figura en 8 (imagen 2).
- Bidas terminales o sólidas. [4,8,9,10]

Imagen 2. Figura en "8" disco ciego espaciador



**FUENTE:** TIPIEL S.A.

**3.4.3 Codos.** Son accesorios de forma curva que se utilizan para cambiar la dirección del flujo de las líneas, con un determinado número de grados como lo especifiquen los planos o dibujos de tuberías.

## **TIPOS**

Se clasifican en:

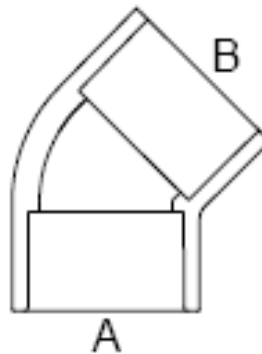
- Codos estándar de 45° (imagen 3)
- Codos estándar de 90°
- Codos estándar de 180°

## **CARACTERÍSTICAS**

- **Diámetro.** Es el tamaño o medida del orificio del codo entre sus paredes los cuales existen desde ¼" hasta 40". También existen codos de reducción.
- **Ángulo.** Es el existente entre ambos extremos del codo y sus grados dependen del giro o desplazamiento que requiera la línea.
- **Radio.** Es la dimensión que va desde el vértice hacia uno de sus arcos.
- **Espesores.** Es una normativa o codificación del fabricante determinada por el grosor de la pared del codo.
- **Aleación.** Es el tipo de material metálico o mezcla de materiales metálicos con el cual se elabora el codo. Entre los más importantes se encuentran: acero al carbono, acero con un % de cromo, acero inoxidable, acero galvanizado, etc.
- **Junta.** Es el procedimiento que se emplea para pegar un codo con un tubo, u otro accesorio y esta puede ser: soldable a tope, roscable, embutible y soldable. <sup>[4,8,9,10]</sup>
- **Dimensión.** Es la medida del centro al extremo o cara del codo y se puede calcular mediante formulas existentes, como lo son:

(Dimensión = 2 veces su diámetro.) O (dimensión = diámetro x 2)

Imagen 3. Codo De 45°



**FUENTE:** TIPIEL S.A.

**3.4.4 Te.** Son accesorios que se fabrican de diferentes tipos de materiales, aleaciones, diámetros y Schedule (espesor de pared calculado para las condiciones de trabajo de la tubería o accesorio) y se utilizan para dar rumbos diferentes a los fluidos contenidos en las tuberías.

#### **TIPOS**

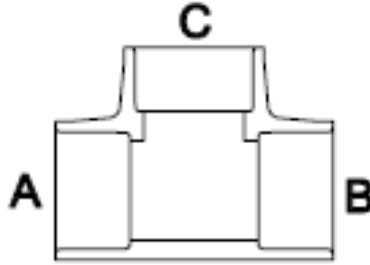
- Diámetros iguales o te recta (imagen 4)
- Reductora con dos orificios de igual diámetro y uno diferente.

#### **CARACTERÍSTICAS**

- Diámetro. Las tes existen en diámetros desde  $\frac{1}{4}$ " hasta 40" utilizados normalmente.
- Espesor. Este factor depende del espesor del tubo o accesorio a la cual va instalada y ellos existen desde el espesor de fabricación hasta el doble extra-pesado (se destacan por soportar grandes cargas con mínima deflexión, ya sean concentradas o uniformemente repartidas).
- Aleación. Las más usadas en la fabricación son: acero al carbono, acero inoxidable, acero galvanizado, etc.

- Juntas. Para instalar la te en líneas de tubería se puede hacer, mediante procedimiento de rosca (thredolet), embutible-soldable (socket-weld) o soldable a tope (butt-weld).
- Dimensión. Es la medida del centro a cualquiera de las bocas de la te. <sup>[4,8,9]</sup>

Imagen 4. Te De Igual diámetro.



FUENTE: TIPIEL S.A.

**3.4.5 Reducción.** Son accesorios de forma cónica, fabricados de diversos materiales y aleaciones. Se utilizan para disminuir el volumen del fluido a través de las líneas de tuberías.

#### TIPOS

- Estándar concéntrica. Es un accesorio reductor que se utiliza para disminuir el caudal del fluido, aumentando su velocidad, manteniendo su eje.(imagen 5)
- Estándar excéntrica. Es un accesorio reductor que se utiliza para disminuir el caudal del fluido en la línea, aumentando su velocidad, perdiendo su eje.

#### CARACTERÍSTICAS

- Diámetro. Es la medida del accesorio o diámetro nominal, y varía desde ¼" x 3/8" hasta diámetros mayores encontrados en la norma ASME B16.5.

- **Espesor.** Representa el grosor de las paredes de la reducción. Va a depender de los tubos o accesorios al cual va a ser instalada. Existen desde el espesor estándar hasta el doble extra-pesado.
- **Aleación.** Es la mezcla de materiales metálicos utilizados en la fabricación de reducciones, siendo las más usuales: acero al carbono, acero con un % de cromo, acero inoxidable, etc.
- **Junta.** Es el tipo de instalación a través de juntas roscables, embutibles soldables y soldables a tope
- **Dimensión.** Es la medida de boca a boca de la reducción concéntrica y excéntrica.

Imagen 5. Reducción Concéntrica.



FUENTE: TIPIEL S.A.

**3.4.6 Válvulas.** Es un accesorio que se utiliza para regular y controlar el fluido de una tubería. Las válvulas constituyen del 20% al 30% del costo de la tubería en una planta según sea el proceso. Este proceso puede ser desde cero (válvula totalmente cerrada), hasta de flujo (válvula totalmente abierta), y pasa por todas las posiciones intermedias, entre estos dos extremos, por ello, la selección de las válvulas es de suma importancia en los aspectos económicos, así como en la operación de plantas en el sector petrolero.

## TIPOS Y CARACTERÍSTICAS.

Las válvulas pueden ser de varios tipos según sea el diseño del cuerpo y el movimiento del obturador (parte móvil que permite variar el tamaño de la abertura de pasaje de la válvula). También se clasifican por la función que cumple las cuales pueden ser de cierre o bloqueo, de estrangulación, o para impedir el flujo inverso (de retención).<sup>[9,12]</sup>

- **Válvula De Globo. (Imagen 6)**

Se usan para cortar o recortar el flujo del líquido y este último es su uso principal. Las características de los servicios de estas válvulas es que incluyen operación frecuente, estrangulamiento al grado deseado de cualquier flujo (gases y aire), alta resistencia y caída tolerable de presión en la línea.<sup>[10]</sup>

Pueden ser de simple asiento (Abertura a través de la cual pasa el fluido), de doble asiento y de obturador equilibrado respectivamente. Las válvulas de simple asiento se emplean cuando la presión del fluido es baja y se precisa que las fugas en posición de cierre sean mínimas, se emplea en válvulas de gran tamaño o bien cuando deba trabajarse con una alta presión diferencial. En posición de cierre las fugas son mayores que en una válvula de simple asiento.<sup>[4,8]</sup>

Imagen 6. Válvula De Globo.



**FUENTE:** TIPIEL S.A.

- **VÁLVULA DE MARIPOSA. (Imagen 7)**

Son uno de los tipos más usuales y antiguos que se conocen, son sencillas ligeras y de bajo costo. El costo de mantenimiento también es bajo porque tienen un mínimo de piezas móviles. El cuerpo está formado por un anillo cilíndrico dentro del cual gira transversalmente un disco circular. La válvula puede cerrar herméticamente mediante un anillo de goma encajado en el cuerpo. El uso principal de las válvulas de mariposa es para servicio de corte y de estrangulación cuando se manejan grandes volúmenes de gases y líquidos a presiones relativamente bajas. <sup>[4, 8,10]</sup>

Imagen 7. Válvula De Mariposa.



FUENTE: TIPIELS.A.

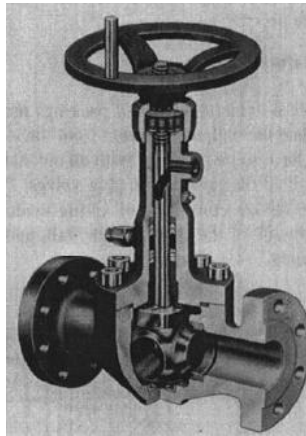
- **Válvula De Bola. (Imagen 8)**

El cuerpo de la válvula tiene una cavidad interna esférica que alberga un obturador en forma de bola o esfera. La bola tiene un corte adecuado (usualmente en V) que fija la curva característica de la válvula, y gira transversalmente accionada por un servomotor exterior. El cierre hermético se logra con un aro de teflón incorporado al cuerpo contra el cual asienta la bola cuando la válvula está cerrada. En posición

de apertura total, la válvula equivale aproximadamente en tamaño a 75% del tamaño de la tubería. La válvula de bola se emplea principalmente en el control de caudal de fluidos negros, o bien en fluidos con gran porcentaje de sólidos en suspensión.

Se utiliza generalmente en el control manual todo-nada de líquidos o gases y en regulación de caudal. [4, 7,10]

Imagen 8. Válvula De Bola

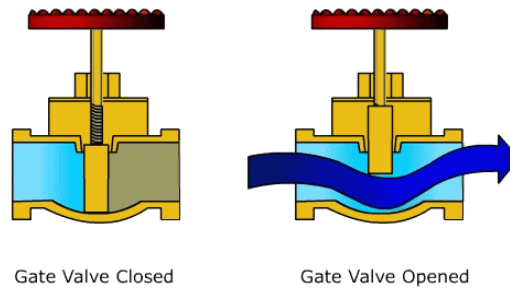


FUENTE: TIPIEL S.A.

- **Válvula de compuerta. (Imagen9)**

La válvula de compuerta supera en número a los otros tipos de válvulas en servicios en donde se requiera circulación interrumpida y poca caída de presión. Esta válvula efectúa su cierre con un disco vertical plano o de forma especial, y que se mueve verticalmente al flujo del fluido. Tiene la ventaja de presentar muy poca resistencia al flujo de fluido cuando está en posición de apertura total. [4, 7, 10.]

Imagen 9. Válvula De Compuerta.



FUENTE: TIPIEL S.A.

### 3.5 DESCRIPCIÓN DEL PUMA 5

**PUMA 5** es un software de aplicación para la gestión de materiales en tuberías y sus accesorios, desarrollado específicamente para empresas que se dedican al diseño de plantas industriales, tales como: refinerías, plantas en el sector petroquímico, generación de energía, hierro y acero, tratamientos de aguas, sector naval, sector alimenticio, construcción y montaje, etc. <sup>[13]</sup>

Además de la utilización de las funciones normales que son típicas para la gestión de estos sistemas, **PUMA 5** es una herramienta eficaz para la ejecución y optimización del diseño y gestión de actividades, durante el ciclo de ejecución del proyecto, desde que se inicia la clasificación de las tuberías hasta el inventario que se debe realizar en sus objetivos a mediano plazo, para compra y construcción.

Sus características, permiten el desarrollo de tuberías, diseño y gestión de algún proyecto en un sistema totalmente integrado y fácil de utilizar a través de todos sus módulos, dando resultados de alta calidad. <sup>[13]</sup>

## CARACTERÍSTICAS

- Elaboración y gestión de las clases de tuberías.
- Definición y optimización de los listados de líneas y con sus respectivos fluidos.
- Inventario de materiales, dando apoyo a las actividades que tienen que ver con las adquisiciones de los materiales.
- Cálculo de pesos para montaje y prefabricado y cálculo de materiales para pintura y aislamiento.
- Verificaciones automáticas en cálculos de espesores y diámetros. <sup>[13]</sup>

### 3.5.1 Descripción de las aplicaciones del puma 5

A continuación se muestran las principales herramientas que comprenden el software PUMA 5 y sus principales funciones.

- **DICCIONARIOS DE DATOS:** Muestra la información básica para definir los componentes de las tuberías que serán utilizados durante la elaboración de las Piping classes.
- **TABLAS:** Están comprendidas por: el peso de la tubería; las especificaciones técnicas de la tubería y sus componentes relacionados con las condiciones estándares máximas de ingeniería aplicables, los criterios que definen la soldadura, las dimensiones y los pesos de los componentes, tales como studbolts (tornillería) y códigos sobre su dimensionamiento. <sup>[13]</sup>
- **PIPING CLASSES:** En este módulo se definen las características de los componentes relacionados con su aplicación final. Su edición se realiza con gran rapidez, ya que se realiza con los datos que se encuentran en la base de datos. Cuando se tienen establecidas las clases de tuberías y sus aplicaciones

se crea automáticamente la lista de los componentes de tubería de cada proyecto, el cual se utilizara más adelante para realizar el MTO.

- **TABLAS ANEXAS:** Realiza intersecciones entre el objeto principal y las cualidades del mismo para un proyecto específico. Dichas tablas pueden estar vinculadas a una o más clases de tuberías. Esta aplicación proporcionará automáticamente las características mecánicas y su respectiva protección de las clases de materiales que se conectan a las tablas. La aplicación “Tablas Anexas” también nos permite mostrar los diseños de estos componentes que han sido intersectados y permite elegirlos de forma automática como también rediseñarlos si es el caso, siendo guardada la información automáticamente.
- **CATALOGOS DE COMPONENTES:** El catalogo de componentes elige automáticamente las clases de tubería. El objetivo principal de clasificar las tuberías es producir una serie de componentes relacionándolos con el tamaño o rango seleccionado. Cada uno de los componentes de las tuberías se asocia automáticamente con dos códigos diferentes: uno utiliza solo la base de datos (código total), y el otro utiliza solo el proyecto (mark). El código que queda impreso no es el total ni el que se muestra, solo utiliza la aplicación para seleccionar los componentes de las tuberías dentro de la base de datos. El mark es el código que se muestra y se imprime el cual lo realiza esta aplicación para una composición de tubería concreta que se desee mostrar en el proyecto.
- **MATERIALS TAKE-OFF:** El MTO se realiza teniendo en cuentas las líneas y los isométricos (planos en dos dimensiones). La elaboración es fácil y rápida y puede ser realizada manualmente con una interfaz que nos ayuda y permite seleccionar las composiciones directamente de las clases de tuberías o guardar el material directamente desde el listado de las clases de tubería, o grabar el material directamente desde los sistemas de CAD o de otros procedimientos a través de la importación/ y exportación de interfaces.<sup>[13]</sup>
- **CONTROL DEL M.T.O.:** PUMA 5X registra automáticamente y actualiza las posibles variaciones en los cálculos debido a las revisiones que se realizan en

las clasificaciones de las tuberías a medida que avanza el proyecto. De esta manera nos muestra una coherencia entre el MTO y las piping classes.

- **REGISTRO DE LA LISTA DE MATERIALES:** De los registros que hay sobre las listas de materiales el usuario puede obtener automáticamente los documentos que contengan: los pesos de montaje de la obra (material prefabricado), las cantidades de soldaduras, la evolución de los componentes, los datos históricos sobre la planificación y el control en la gestión de los proyectos. Todos estos documentos son esenciales para la correcta gestión en los materiales de tubería. El usuario puede configurar los filtros y la forma de impresión del proyecto.
- **MATERIALES PARA PEDIDO:** Los registros que tenemos de listados de materiales y materiales para pedido se pueden mejorar automáticamente ya que posee componentes de estos materiales agrupados que permiten hacer frente a los proveedores de una manera específica y selectiva. Las cantidades de materiales que se muestran son de aumento o disminución con relación a lo que se solicita en la orden de compra. <sup>[13]</sup>
- **PINTURA Y AISLAMIENTO:** Las fases de pintura y aislamiento se definen en el cálculo de la superficie a pintar y materiales de aislamiento, y con la documentación adecuada para los contratos de montaje con los subcontratistas.
- **IMPORTACION Y EXPORTACION:** Este módulo se encarga de la importación y exportación de datos de otros programas o aplicaciones. A través de esta aplicación es posible el intercambio entre las bases de datos de otros programas o aplicaciones, no necesariamente la base de datos puede ser por escrito para los diferentes sistemas operativos. El intercambio de datos se realiza utilizando los formatos comunes. Al utilizar este módulo se puede importar y exportar datos que se requieran en los documentos más comunes como son Take-Off, Piping Classes, lista de líneas, registros sobre la lista de materiales. Para que el uso del PUMA 5 sea más fácil, se ha puesto atención a la solución de problemas relacionados con la transmisión/ recepción de datos desde otros equipos y/o procedimientos. Esto ha hecho más fácil el trabajo para

las empresas que utilizan subcontratistas de ingeniería para el MTO. El intercambio de datos puede tener lugar de acuerdo a las funciones aplicadas de una forma ágil y rápida, para el traslado y recepción de las Piping classes y también de los MTO que se hayan organizado. El programa también puede ser instalado en otra empresa dejando una computadora central donde se guarda la información, la cual queda a disposición de las dos empresas para que trabajen en conjunto, logrando optimizar el trabajo de diseño de la planta.<sup>[13]</sup>

Esta información es de gran apoyo para tener un claro conocimiento en el manejo de las principales herramientas del programa, y no tener confusiones a la hora de manipularlo.

#### 4. SIGLAS

<b>ASME:</b>	American Society of Mechanical Engineers.
<b>API:</b>	American Petroleum Institute.
<b>ARRANGEMENT:</b>	Estructura.
<b>AISI:</b>	Instituto Americano Del Hierro y el Acero.
<b>ASTM:</b>	American Society Testing Material.
<b>ANSI:</b>	American National Standards Institute.
<b>AU:</b>	Utility Air (aire util).
<b>AI:</b>	Instrument Air (instrumento de aire).
<b>BLIND FLANGE:</b>	Brida Ciega.
<b>BW:</b>	Butt- Welding.
<b>BONNET:</b>	Parte superior de una válvula.
<b>CS:</b>	Carbon Steel.
<b>COUPLE:</b>	Se encuentra en parejas.
<b>CI:</b>	Chemical Injection (Inyección de químicos).
<b>CM:</b>	Metanol.
<b>CAP:</b>	Tapa que se coloca para sellar alguna válvula.
<b>DO:</b>	Open Drain (drenaje abierto o en la superficie).
<b>DC:</b>	Close Drain (drenaje cubierto o enterrado).
<b>DG:</b>	Glycol drain (drenaje para glicerinas).
<b>FF:</b>	Flat Face (Cara plana).
<b>FFL:</b>	Flat Face Lapped.
<b>FG:</b>	Fuel Gas (Gasolina).
<b>FULL BORE:</b>	No hay reducción en el diámetro de la válvula.
<b>GROOVED ENDS:</b>	Terminaciones Ranuradas. [14, 15,16]

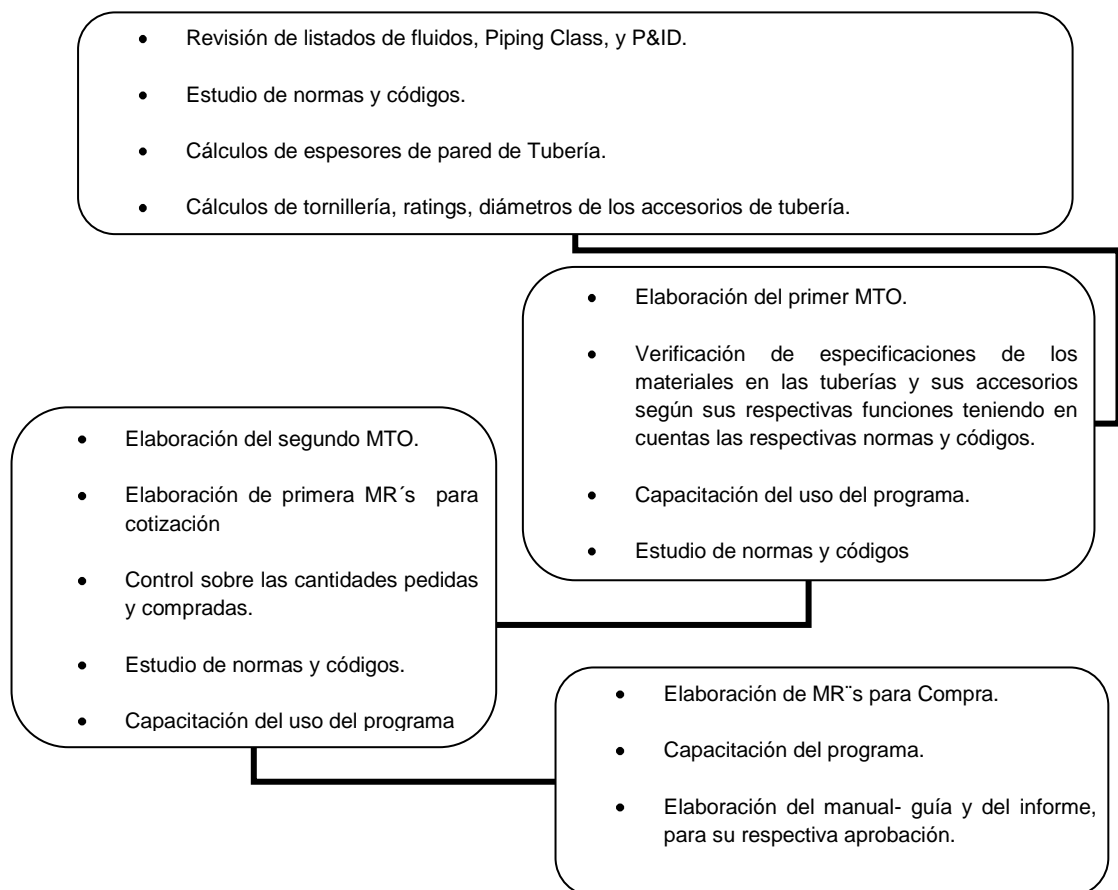
<b>GASKETS:</b>	Empaques.
<b>GRAPHITE FILLER:</b>	Con contenido de grafito.
<b>HAND WHEEL:</b>	Manivela.
<b>ISO:</b>	Internacional Organization for Standardization.
<b>LIFT PISTON:</b>	Pistón de Elevación.
<b>LG:</b>	LPG.
<b>MG:</b>	MEG.
<b>MR´S:</b>	Materials requisitions.
<b>MTO:</b>	Materials Take-off.
<b>NUTS:</b>	Tuerca.
<b>NT:</b>	Nitrogen (nitrógeno).
<b>OT:</b>	Thermal Oil (aceites térmicos).
<b>PIPING CLASS:</b>	Clasificación de materiales de tubería.
<b>PS´S PAINTING AND INSULATION:</b>	Listado de cantidades de obra para Y pintura.
<b>PDS:</b>	Plant Design System.
<b>P &amp; ID:</b>	Piping and instrumentation diagram.
<b>PADDLE BLINDS:</b>	Compuertas para sellar las tuberías.
<b>PLUG:</b>	Conectores.
<b>PC:</b>	Produced Condensate (Producción de condensado)
<b>PG:</b>	Produced Gas (Producción de gas).
<b>PR:</b>	Propane (propano).
<b>PN:</b>	NGL.
<b>PLUG:</b>	Sistema característico de las válvulas de bola, es un pequeño tapón que se retira para drenar las válvulas.
<b>RF:</b>	Raised Face (de cara levantada).
<b>RFI:</b>	RF (125- 50 AARH) <sup>[14, 15,16]</sup>

<b>RFO:</b>	RF (63-125 AARH)
<b>RJ:</b>	Ring Joint (junta anillada).
<b>SPACER RING:</b>	Empaques en forma de anillos metálicos.
<b>SW:</b>	Socket- Welding.
<b>SG:</b>	Sale gas (gas de venta con contenido salino).
<b>SIDE ENTRY:</b>	Entrada lateral.
<b>SEATS:</b>	Asiento de la válvula.
<b>SWING:</b>	De tipo balaceada.
<b>SPRING:</b>	Resorte.
<b>STUD BOLTS:</b>	Tortillería para sellar con las bridas.
<b>STEM:</b>	Vástago de la válvula, se sitúa en todo el centro de ella.
<b>THD:</b>	En rosca.
<b>TP:</b>	Two or three phases (de dos o tres fases).
<b>TRIM:</b>	Material de las partes internas de la válvula.
<b>VA:</b>	Atmospheric vent (sistema de ventilación atmosférica).
<b>VH:</b>	High pressure flare (línea para tea o chimenea de alta presión).
<b>VL:</b>	Low pressure flare (línea para tea o chimenea de baja presión).
<b>VITON:</b>	elastómero.
<b>VC:</b>	Cold Flare (línea de enfriamiento).
<b>WP:</b>	Water Potable (agua potable).
<b>WF:</b>	Water Fire (agua para incendios) <sup>[14, 15,16]</sup>

## 5. ELABORACIÓN DEL MANUAL- GUÍA SOBRE LA ESTANDARIZACIÓN EN EL PROCESO DE SELECCIÓN Y ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES EN TUBERIAS Y ACCESORIOS HACIENDO USO DEL PROGRAMA PUMA 5 EN LA COMPAÑÍA TIPIEL S.A

Al llegar a la compañía, lo primero que se realiza, son capacitaciones sobre el conducto regular que se lleva a cabo en la realización de proyectos en la sección de materiales de la compañía **TIPIEL S.A.**, el cual sirve de referencia para elaborar la metodología, con el fin de realizar el manual- guía para la empresa. Los pasos a seguir para la elaboración del manual guía se muestran en la figura 1.

Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración de la guía.



FUENTE: El Autor.

Todos los pasos a seguir deben estar acompañados de un control, y se debe verificar con normas y códigos la veracidad de cada uno de los documentos que se emiten en la sección de materiales.

El primer paso en la elaboración de los documentos que se emiten en la sección de materiales, consiste en tomar los primeros P&ID (**imagen 12**) que envía la sección de diseño, los cuales contienen solo el esquema de la planta con la numeración de cada línea de tubería, sin ninguna descripción en las condiciones de trabajo, ni los tipos de materiales a usar, las únicas consideraciones que se tienen en un principio son las condiciones de trabajo del proyecto que el cliente propone a la empresa mediante un diseño elaborado por ellos. Estas condiciones se someten a cambios, cuando se emite el primer listado de fluidos (**imagen 11**) que ha planteado el departamento de procesos, el cual elabora un estudio más detallado. El listado de fluidos contiene las clases de materiales que se deben cargar en el programa Puma 5, los cuales se codifican dependiendo de las condiciones al que el material se someta (**imagen 10**), las respectivas condiciones a las cuales el material va a cumplir sus funciones, los códigos de diseño, el tipo de material (acero al carbono, acero inoxidable.etc), el espesor de corrosión (corrosión allowance) y otros datos que se hacen necesarios a la hora de ser introducidos en la base de datos del programa. La codificación está comprendida primeramente por una letra, la cual describe el grado ANSI de presión al que el material puede estar expuesto; una segunda sigla que está comprendida por un número, el cual expresa el sobreespesor de corrosión; una tercera sigla que la comprende nuevamente una letra, la cual expresa la clase de acero o aleación y la última sigla que puede estar comprendida por una letra o un número, expresa el código de diseño. Esto es de gran utilidad para empezar a proponer materiales en cada una de las líneas que comprende el P&ID. En el transcurso del proyecto se proponen materiales como por ejemplo, en las tuberías que salen de los intercambiadores de calor, acero al carbono que resistan bajas temperaturas (esta resistencia se la da contenidos de níquel y silicio), con un recubrimiento que

impida la transferencia de calor entre el fluido y el medio. El recubrimiento que se propone para estas condiciones es un IC (conservación en frío). Los recubrimientos también se organizan por siglas como se muestra a continuación:

EC - CONSERVACIÓN CALOR

PC - ESTABILIDAD DE PROCESO

FY - ANTICONGELANTE

PP - PROTECCIÓN PERSONAL

SC - ANTICONDENSACIÓN

RP - REDUCCION DE ALIVIO DE PRESION EN CASO FUEGO

IA - AISLAMIENTO ACÚSTICO

IC - CONSERVACIÓN FRÍO

HT - TRAZA CON VAPOR

VA – PINTADO

UC - ENTERRADA

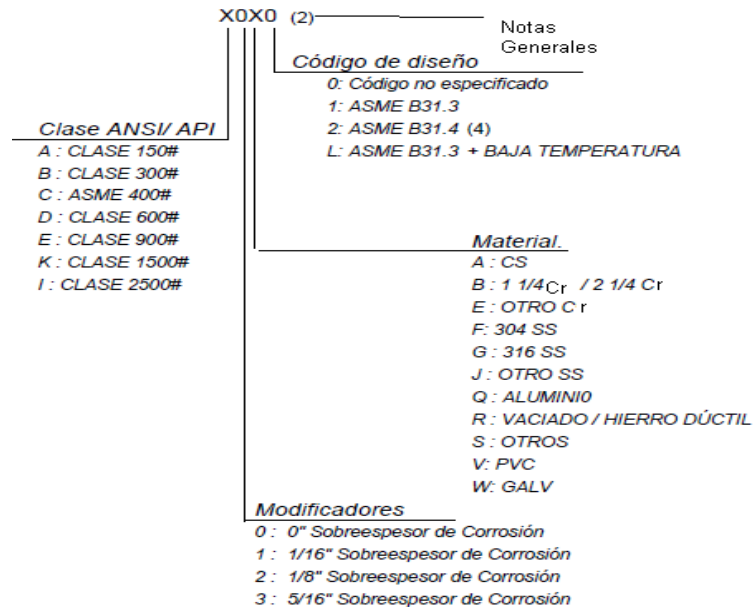
IE - TRACEADO ELÉCTRICO<sup>[16]</sup>

Dependiendo de las condiciones de la tubería se elige el revestimiento.

El espesor de corrosión se elige dependiendo del tiempo de vida que se le proyecte a la tubería y del ambiente corrosivo al que se somete. También se propone un espesor de 1/8" para la tubería, en si se realiza el mismo procedimiento para elegir el material adecuado en cada una de las líneas de tubería y los accesorios que comprende cada P&ID, basándose en códigos y normas de diseño, ya que cada modificación que se realice debe estar referenciada por una norma o código internacional. Luego de proponer el material se emite un nuevo P&ID, en el cual se especifica para cada línea el tipo de material y recubrimiento que se ha elegido, cada paso que se realice, cuenta con la aprobación del coordinador del proyecto.

Se toma del listado de fluidos la temperatura máxima y mínima, como también la presión máxima y mínima, a la que se somete cada material; así como los diámetros máximos que se solicitan en cada clase, para que se pueda cargar en el PUMA.

Imagen 10. Codificación de los materiales



**FUENTE:** TIPIEL S.A. derechos reservados.

La codificación del material se somete a revisiones que en última instancia el cliente del proyecto es el que autoriza si está conforme con lo propuesto por la compañía. Todo se deja por escrito, en forma de notas en cada nueva emisión de los documentos que se emiten en la sección de materiales.

Imagen 11. Listado de fluidos

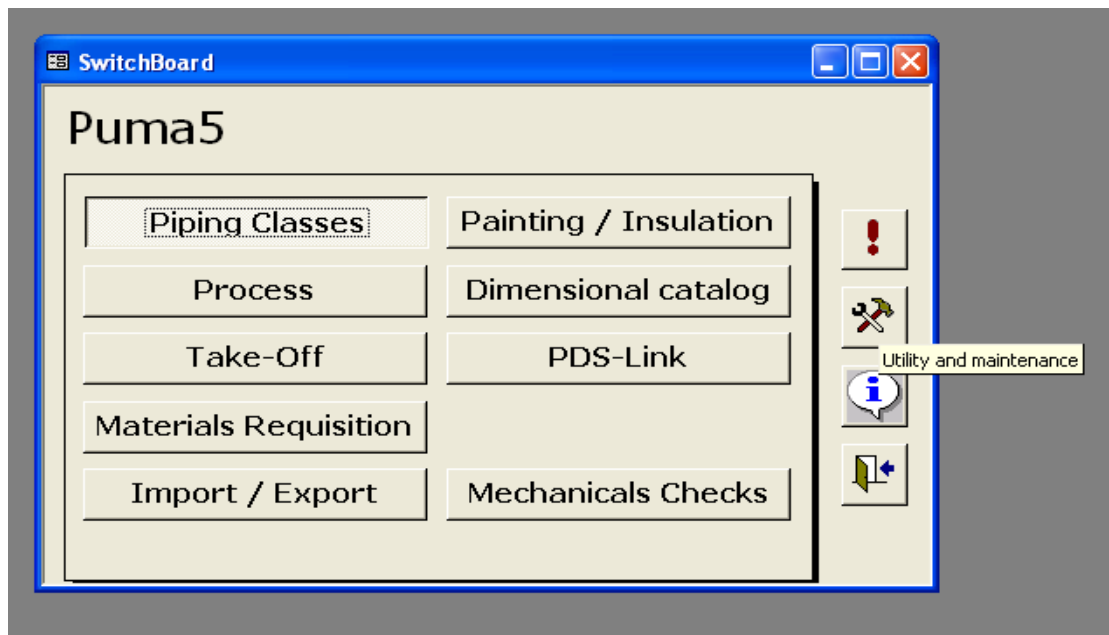
REV.	CÓDIGO DEL FLUIDO	SERVICIO	TEMPERATURA MÁXIMA @ PRESIÓN (3)		PRESIÓN MÁX. @ TEMPERATURA (3)		CLASE	ESP. CORR. in	MAX DIAM. in (8)	TRAT. TÉRMICO (1)	MATERIAL DEL TUBO	CARA DE BRIDA	RATING ASME	CÓDIGO DE DISEÑO	NOTAS
			°F	°C	psig	psig									
D3	PC	PRODUCED CONDENSATE	250	1170	1300	150	DOG1	0	14	N	SS 316	RF	600#	ANSI B31.3	-150 (8)
D3	PC	PRODUCED CONDENSATE	600	730	730	600	DOJ1	0	20	N	DUPLEX	RF	600#	ANSI B31.3	40
D3	PC	PRODUCED CONDENSATE	300	925	925	300	D2A1	1/8	12	N	CS	RF	600#	ANSI B31.3	-20 (8)
D3	PC	PRODUCED CONDENSATE	160	1300	1300	160	D2AL (7)	1/8	24	N	ITCS	RF	600#	ANSI B31.3	-40
D3	PC	PRODUCED CONDENSATE					D2SL								Eliminado
D3	PC	PRODUCED CONDENSATE	300	515	555	150	B0G1 (7)	0	14	N	SS 316	RF	300#	ANSI B31.3	-112
D3	PC	PRODUCED CONDENSATE	300	515	710	150	B2AL (7)	1/8	10	N	ITCS	RF	300#	ANSI B31.3	-40
D3	PC	PRODUCED CONDENSATE	300	515	710	150	B2A1	1/8	20	N	CS	RF	300#	ANSI B31.3	32
D3	PC	PRODUCED CONDENSATE					A0G1								Eliminado
D3	PC	PRODUCED CONDENSATE	260	165	165	260	A2A1	1/8	24	N	CS	RF	150#	ANSI B31.3	32
D3	PG	PRODUCED GAS					K2A1 (5)								Eliminado
D3	PG	PRODUCED GAS	400	3170	3170	400	K2AL (7)	1/8	18	N	ITCS	RTJ	1500#	ANSI B31.3	-50 (8)
D3	PG	PRODUCED GAS	250	1770	2050	130	E0G1 (7)	0	24	N	SS 316	RTJ	900#	ANSI B31.3	-60
D3	PG	PRODUCED GAS	250	1870	2050	180	E2A1 (7)	1/8	18	N	CS	RTJ	900#	ANSI B31.3	50
D3	PG	PRODUCED GAS	180	2050	2050	180	E2AL (7)	1/8	18	N	ITCS	RTJ	900#	ANSI B31.3	-36
D3	PG	PRODUCED GAS	600	730	1100	250	DOJ1	0	24	N	DUPLEX	RF	600#	ANSI B31.3	40
D3	PG	PRODUCED GAS	250	1170	1300	150	DOG1	0	20	N	SS 316	RF	600#	ANSI B31.3	-150(8)
D3	PG	PRODUCED GAS	600	730	1300	160	D2A1	1/8	24	N	CS	RF	600#	ANSI B31.3	-20 (8) (9)
D3	PG	PRODUCED GAS	160	1300	1300	160	D2AL (7)	1/8	20	N	ITCS	RF	600#	ANSI B31.3	-40
D3	PG	PRODUCED GAS					D2SL								Eliminado
D3	PG	PRODUCED GAS	300	515	515	300	B0G1 (7)	0	24	N	SS 316	RF	300#	ANSI B31.3	-150 (8)
D3	PG	PRODUCED GAS					B0J1								Eliminado
D3	PG	PRODUCED GAS	300	515	710	150	B2AL (7)	1/8	30	N	ITCS	RF	300#	ANSI B31.3	-45
D3	PG	PRODUCED GAS	400	480	710	150	B2A1	1/8	42	N	CS	RF	300#	ANSI B31.3	-10

FUENTE: Documento CGP/F-SG-P1-PRL-00-001 TIPIEL S.A.



Luego se elabora un listado en el cual se escoge la tubería y los accesorios según las clases que se propusieron en los P&ID. El siguiente paso que se realiza, es entrar al programa PUMA 5 en el módulo piping clases (imagen 13). Se elige el proyecto al cual se le carga los tipos de materiales con su respectiva tubería y accesorios, las cuales se introducirán en el programa con sus respectivas normas y códigos.

Imagen 13. Puma 5 ventana de módulos.



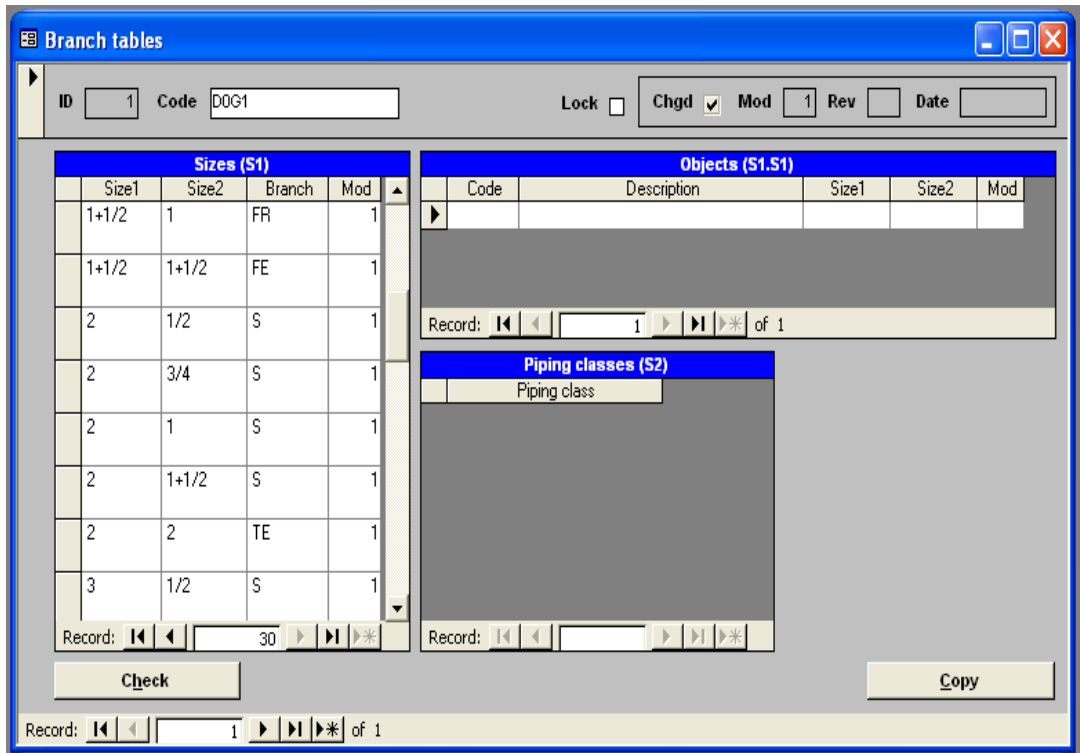
**FUENTE:** TIPIEL S.A. derechos reservados., Elaborado por el autor.

Primeramente se introducen en los espacios vacíos de la ventana de piping classes, el código del material, los fluidos con los que este material trabaja, el código por el cual se rige este material, el rating (según la ANSI), las temperaturas y presiones máximas y mínimas, y la terminación de la cara de los accesorios la cual la da la norma ASME B 16.5, todo lo anterior se encuentra en el listado de fluidos. Anteriormente se escogen las unidades internacionales que el cliente del proyecto ha solicitado.

Se completan los espacios con los valores correspondientes a cada campo, en esa ventana hay un espacio o campo que se debe completar utilizando el formato W09, el cual indica, dependiendo del material, el porcentaje por número de juntas y el ensayo no destructivo que se debe realizar a la tubería después de que se realice el montaje en campo. Este formato se elabora en la compañía TIPIEL S.A. según los códigos de diseño (**ASME B31.3, 31.8, 31.4, etc.**), dependiendo del servicio para el cual se utilizara la planta. Lo más usual es que para tubería menor a 2" se utiliza líquidos penetrantes (LP), y para mayores a 2" se utiliza radiografía (RX), pero esto depende de las exigencias del cliente del proyecto.

Luego se procede a llenar el espacio **BRANCH** indica el accesorio a utilizar cuando hay cambio de diámetro). Esta tabla se llena de dos formas, la primera con un documento que envía el cliente del proyecto, en el cual ya se encuentran las respectivas tablas para cada clase. La segunda es verificando en la norma **ASME B 16.9 tabla 9** (elaboración de accesorios), donde se encuentran el tipo de accesorio a utilizar dependiendo de la reducción, las cuales pueden ser tee reductoras, equal tee, sockolet, weldolet, etc. y se llena la tabla de BRANCH hasta el diámetro que solicita la clase respectiva (imagen 14). El puma asigna un código a la tabla dependiendo de cada material, para que no se presenten confusiones al momento de introducir la correspondiente tabla de BRANCH en cada material.

Imagen 14. Tabla de branch completada



FUENTE: Imagen Programa PUMA 5, TIPIEL S.A., elaborada por el autor.

El siguiente paso es completar las casillas de temperatura y presión. Estas se toman del listado de fluidos, pero se deben verificar en la norma **ASME B 16.5 tabla F 2-2.x**, en la cual se busca el material, con los valores **T MAX** y de **Rating** se halla la presión a la cual este material puede ser sometido.

Cuando se realizan todos los pasos anteriores, se observa la ventana de piping class como se muestra en la **imagen 15**, donde prácticamente la ventana se ha completado.

Imagen 15. Ventana de clasificación del material con sus respectivas condiciones de trabajo.

The screenshot shows the 'Piping classes' window with the following data:

- ID: 1, Code: D0G1, Service: PC,PG,C1,MG,TP
- Client reference: 1334
- Base material: 22, AISI 316
- Rating: 0600, 600 LB
- Heat treatment: [Empty]
- Branch: D0G1
- Corrosion allowance: 0
- Welding specification: [Empty]
- Document number: [Empty]
- Finish: RF, Raised Face
- Control level: B, 10 % X-RAY

	Min.	Max.	Note
Temperature	-150.00	250.00	
Pressure	0.00	1325.00	

FUENTE: Imagen de PUMA 5, TIPIEL S.A., elaborada por el autor.

El paso a seguir es elaborar la tabla de espesores de pared de la tubería, donde se tiene en cuenta las clasificaciones comerciales que ofrece el mercado. Para esto la empresa cuenta con un formato (**imagen 16**) el cual se encarga automáticamente de calcular el espesor de pared según el código de diseño por el que se rige la planta.

Este formato (**imagen 16**) está clasificado por su respectivo código de diseño, en el cual está contenida la ecuación para calcular el espesor de pared de la tubería. A continuación se muestran algunas de las ecuaciones utilizadas:

ASME B31.3

$$TK = \left( \left( \frac{PD}{2*(S*E*W+P*Y)} \right) + C \right) / F$$

ASME B 31.4

$$TK = \frac{\left( \frac{PD}{2(S \cdot E)} \right) + C}{F}$$

ASME B31.8

$$TK = \frac{\left( \frac{PD}{2(S \cdot E \cdot F \cdot T)} \right) + C}{Y}$$

Donde:

P: Presión de diseño.

D: Diámetro.

S: Esfuerzo nominal

E: Factor de junta

T: Factor de temperatura

W: Factor de soldadura (W=1 cuando se trabaja a temperaturas de diseño menores a 950°F)

Y: Factor de calidad

F: Factor de fabricación

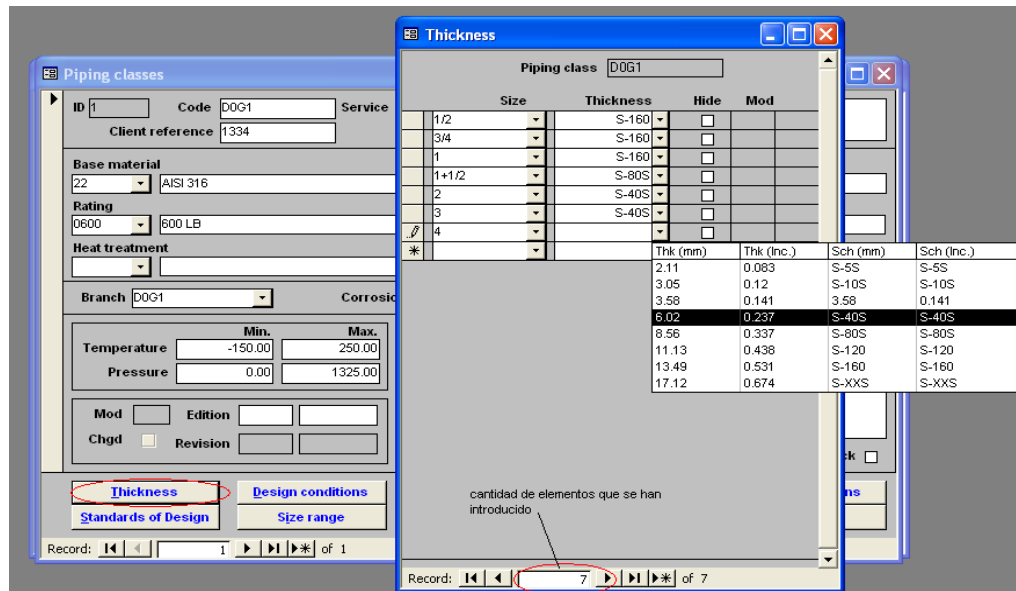
Los valores de las variables que contiene la ecuación se hallan en las tablas contenidas en cada código de diseño. También contiene el formato unas tablas comparativas donde se encuentra el espesor calculado, el espesor comercial que los proveedores ofrecen en el mercado y también se encuentra el tipo de material con la norma por el cual está regido.

Para el dimensionamiento de tuberías se utiliza, para el acero al carbono, la norma **ASME B36.10M** y para aceros inoxidables, la norma **ASME B36.19**. (Los códigos y normas deben ser escogidos de la mano con el coordinador del proyecto).



Los Datos de espesores también se introducen en la base de datos del programa PUMA 5 para que sean tenidos en cuenta a la hora de cargar la tubería y los accesorios (**imagen 17**).

Imagen 17. Ventana del PUMA para incluir los espesores de pared.



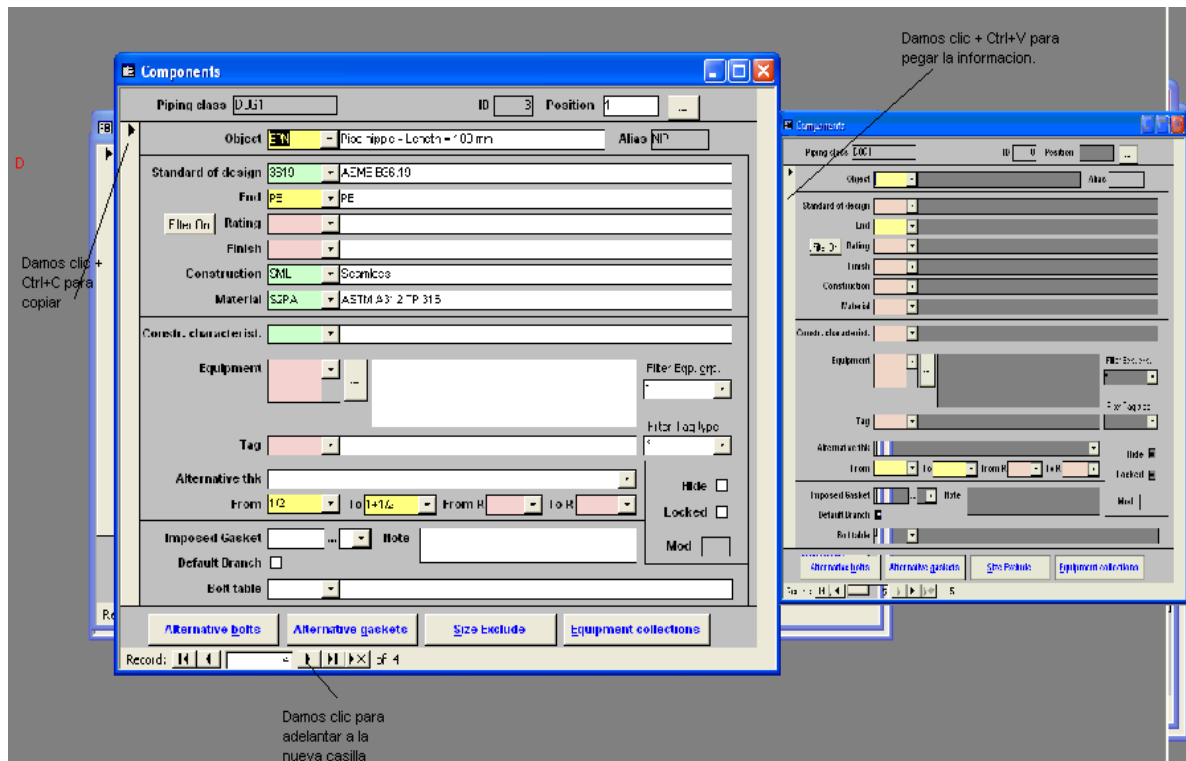
FUENTE: PUMA 5, TIPIEL S.A., derechos reservados.

Luego se toma el listado de tubería y accesorios creado anteriormente, con base en los P&ID y se empieza a cargar cada elemento en la ventana que muestra la **imagen 18**, en el cual se tienen en cuenta las siguientes normas:

- BUTT- WELDING (**ASME B16.25**)
- Válvulas de Bola ( **ASME B16.34, API 608, API 603**)
- Válvulas de Compuerta (**API 602,API 600,API 603**)
- Válvulas de Mariposa ( **API 609**)
- Válvulas de Globo (**API 602**)
- Dimensión de las caras de las válvulas y sus terminaciones( **ASME B16.10**)
- Los proveedores suministran los diseños de las válvulas.

- Válvulas con terminaciones soldadas a tope se determinan según el espesor de pared de la tubería.
- Para conexión de válvulas roscadas (**ASME B1.20.1, ASME B16.11**).
- Bridas (**ANSI B16.5**)
- Accesorios soldados a tope (**ASME B16.9**).
- Accesorios soldados con incrustación, forjados y roscados (**ASME B16.11**).
- Empaquetaduras (**ASME B16.20, ASME B16.21**).
- Tornillería acero al carbono de ½ " a 24" (**ASME 16.5, ASME B1.1**).
- Tornillería acero al carbono de 24 " y mayores (**ASME B16.47, ASME B1.1**).
- Tornillería Galvanizada (**ASTM A 123, ASME B1.1**).
- Tornillería en acero inoxidable (**ASME B1.1**).

Imagen 18. Ventana del PUMA para cargar la tubería y los accesorios.



FUENTE: PUMA 5, TIPIEL S.A., derechos reservados.

Aunque el programa PUMA 5 cuenta con normas que se utilizan dependiendo del caso, y de las recomendaciones del coordinador de proyecto.

También cada elemento de tubería que se asigne viene acompañado de una serie de codificaciones (**imagen19**) para determinar por ejemplo si la válvula o el accesorio es especial o no, ya que a la hora de simular en PDS se debe especificar para que no ocurran confusiones con las válvulas o accesorios que no son especiales. La sigla default (1) significa que el accesorio pertenece al rating propuesto, de lo contrario se sitúa el accesorio en algún código dependiendo de las condiciones de uso, como se muestra en la **imagen 19**.

Imagen 19. Códigos de clasificación de accesorios en el puma 5.

```
1 = '1 Default
10 = '10 Lap-joint flg (used up to 260°c)
11 = '11 welding neck flg (used over 260°c)
12 = '12 socket weld flg (used over 260°c)
13 = '13 slip-on flg (used up to 260°c)
14 = '14 JACK SCREW FLG
21 = '21 socket weld
22 = '22 welding neck
23 = '23 slip-on
24 = '24 Threaded
25 = '25 lap-joint
26 = '26 Long welding Neck Flange
31 = '31 FTH
32 = '32 MTH
33 = '33 PE
34 = '34 SW
35 = '35 FLANGED
36 = '36 BW
37 = '37 MTHxPE
38 = '38 PEXMTH
39 = '39 BWxMTH
40 = '40 BWxPE
41 = '41 MTHxFTH
42 = '42 FTHxPE
43 = '43 PE
```

**FUENTE:** PUMA 5, TIPIEL S.A., derechos reservados.

Al realizar todo el procedimiento anterior se gira (es sinónimo de procesar en la base de datos) o se corre la información en el PUMA 5 y el automáticamente realiza la PIPING CLASS para realizar el MTO.

Al procesar la piping class, el PUMA identifica los posibles errores que se pueden cometer al seleccionar el material dependiendo de las condiciones cargadas, donde el software muestra en una ventana la cantidad de errores cometidos y asigna un código, que se utiliza para poder llegar a la solución del problema en el manual del software. Convirtiéndose el software finalmente en una herramienta fundamental para detectar errores que se cometen a la hora de seleccionar y especificar el material.

Finalmente el diseño de la piping class es como el mostrado en la **imagen 20**.

Imagen 20. Piping class

TIPIEL S.A.		PIPING CLASSES INDEX						PROJ:	1241	REV:	A1	27/03/2009
PUMA5		27/03/2009 02:50:41 p.m.								DOC:	CGP/F-SG-P1-PIN-00-001	
ECOPETROL S.A.			PLANTA DE GAS CUPIAGUA			Size: In:	Thk: Sch. mm:	Temp: °F	Pres: PSI	Corr: In		
Piping class	Revision	Service	Client reference	Welding specification	Rating	Finish	Base Material	Max Temp. °F	Max Press. PSI	C.A. In	Pipe materials	Doc.N.
A0G1		COLD FLARE (VC)	1241		150 LB	Raised Face	AISI 316	400,0	275,0	0,0	ASTM A312 TP 316 ASTM A312 TP 316L	
A0S1		FIRE WATER (WF) UNDER GROUND	1241		1500 LB	Flat Face	POLYETHYLENE-HD	150,0	200,0	0,0	POLYETHYLENE-HD	
A1W1		INSTRUMENT AIR (AI), NITROGEN (NT), UTILITY AIR (AU), POTABLE WATER (WP)	1241		150 LB	Flat Face	CARBON STEEL & GALV. C.S.	300,0	286,0	0,062	ASTM A53 GR. B ASTM A53 GR. B Galvanized	
A1W2		FIRE WATER (WF) ABOVE GROUND, UTILITY WATER (WU)	1241		150 LB	Flat Face	CARBON STEEL & GALV. C.S.	300,0	286,0	0,062	ASTM A53 GR. B ASTM A53 GR. B Galvanized	
A2A1		PROD. COND. (PC), PROD. GAS (PG), LOW PRESS. FL. (VL), HIGH PRESS. FL. (VH), CLOSE DR. (DC), ATM. VENT (VA), OPEN DR. (DO), FIRE WATER (WF) UG&AG, FUEL GAS (FG)	1241		150 LB	Raised Face	CARBON STEEL	400,0	286,0	0,125	API 5L GR. B ASTM A106 GR. B ASTM A53 GR. B	
B0F1		PRODUCED CONDENSATE (PC)	1241		300 LB	Raised Face	AISI 304	650,0	720,0	0,0	ASTM A312 TP 304 ASTM A312 TP 304L	
B2A1		PRODUCED CONDENSATE (PC), PRODUCED GAS (PG), FUEL GAS (FG)	1241		300 LB	Raised Face	CARBON STEEL	650,0	740,0	0,125	ASTM A106 GR. B ASTM A53 GR. B	
D2A1		PRODUCED CONDENSATE (PC), PRODUCED GAS (PG), GAS TO SALE (SG)	1241		600 LB	Raised Face	CARBON STEEL	275,0	1440,0	0,125	ASTM A106 GR. B ASTM A53 GR. B	
K2A1		PRODUCED CONDENSATE (PC), PRODUCED GAS (PG), DEHYDRATED GAS (GD), GLYCOL (CG), METHANOL (CM)	1241		1500 LB	Ring Joint	CARBON STEEL	400,0	2800,0	0,125	ASTM A333 GR. 6	

**FUENTE:** PUMA 5, TIPIEL S.A., derechos reservados.

El siguiente documento es el MTO el cual indica la cantidad numérica de tubería y accesorios que se solicita dependiendo de la clase del material. Para esto el

Puma tiene una herramienta llamada TAKE-OFF en la cual ya girada la PIPING CLASS, se solicita al departamento de procesos que emita el listado de líneas de tubería existentes con las respectivas clases de materiales, para que el programa haga un listado de todas las tuberías y sus accesorios que se deben cargar, con su respectiva descripción y su respectivo montaje. Los montajes están descritos por una serie de códigos que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3. Códigos de la destinación

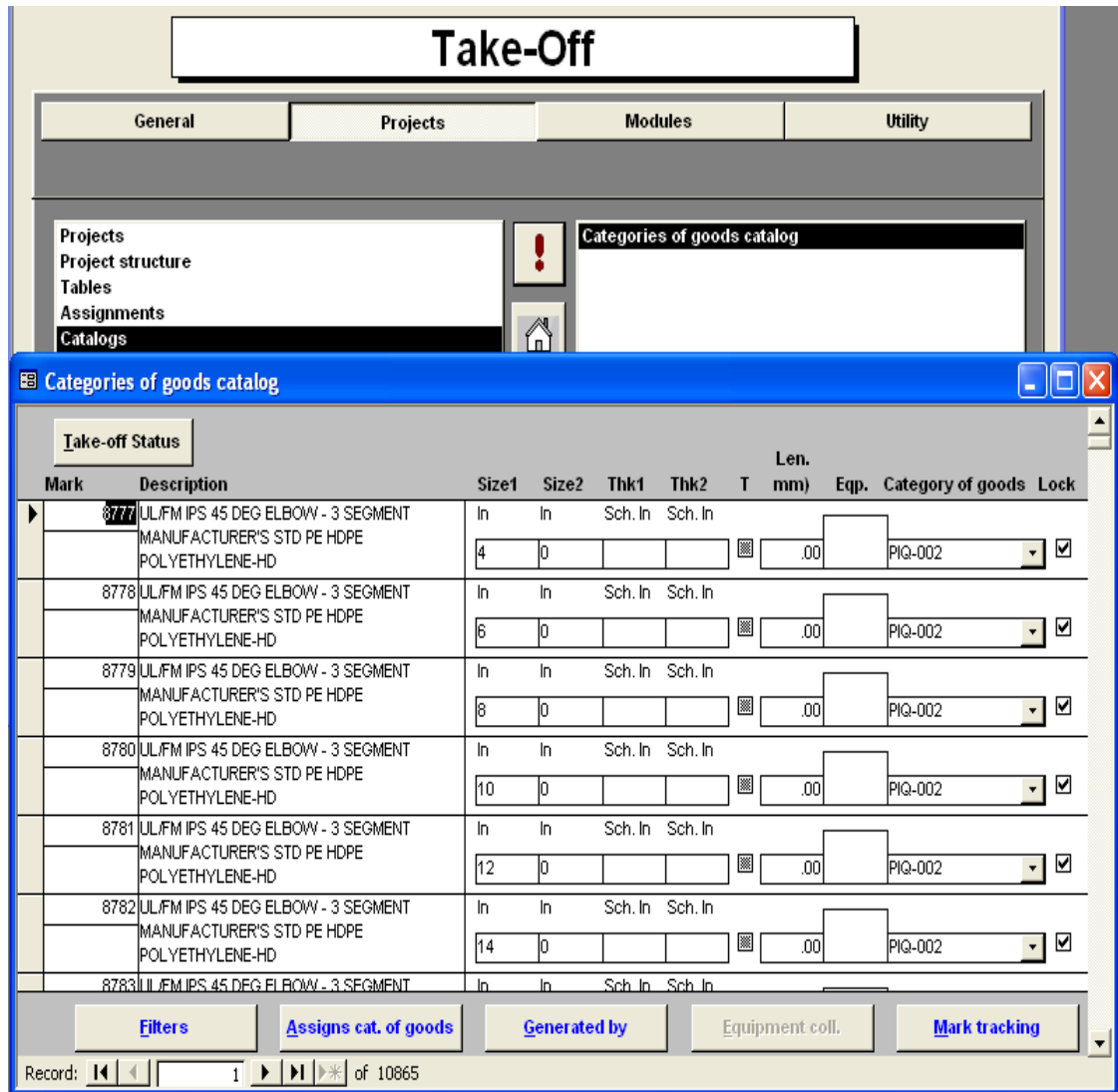
<b>ID</b>	<b>Descripción</b>
1	Prefabricado
2	Montaje
3	Montaje SW
4	Montaje THD
5	Pipe Rack
6	Sleeper
7	Montaje Underground (enterrado)

**FUENTE:** TIPIEL S.A. Derechos reservados, elaborado por el autor.

El siguiente paso es introducir la cantidad numérica total de tubería y accesorios necesarios para realizar la construcción de la planta, estas cantidades corresponden a los valores que se dan en los PI&D en sus diferentes etapas. Dichos valores están sujetos a cambios hasta la culminación o diseño real de la planta. A las cantidades encontradas en el MTO se le agregan un porcentaje en exceso que depende de las solicitudes del cliente y el coordinador. Este porcentaje sirve como respaldo a la hora de algún daño o pérdida de material. Luego se hace el procedimiento el cual consiste en girar el MTO para que quede guardado en la base de datos del programa y poder generar las MR's. Por último

se hace la impresión del documento para realizar su respectiva revisión y hacer las respectivas correcciones o cambios que sean necesarios.

Imagen 21. Modulo take-off con datos introducidos.



FUENTE: Imagen de PUMA 5, TIPIELS.A., elaborado por el autor.

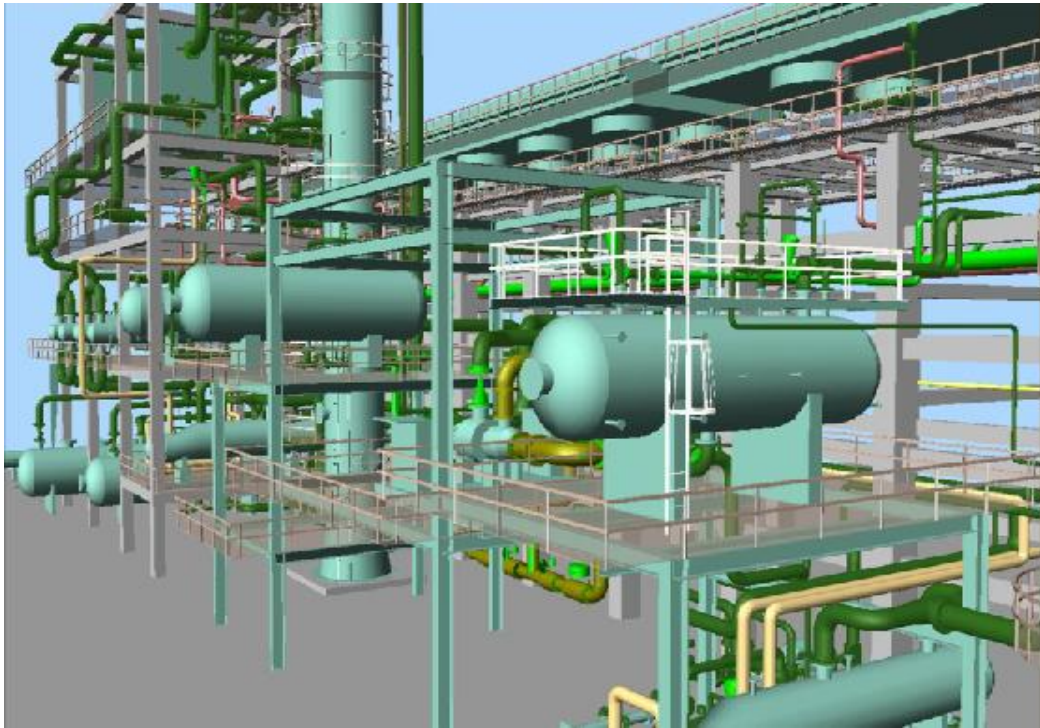
La realización de las MR's u órdenes de compra pueden considerarse como la última etapa del proyecto en la sección de materiales, estos documentos se elaboran en un modulo del PUMA 5 llamado Materials Requisition. Después de girado el último MTO se dispone a realizar la MR's dependiendo para qué emisión

es, si para cotización o para compra. En las MR's se emiten dos documentos, uno para tubería y otro para pintura y aislamiento. En este documento se encuentra plasmado la cantidad de tubería y accesorio pedido, la descripción de ellos, el valor unitario (peso o cantidad) y el valor total de la compra.

Por último se elabora el manual-guía en el cual se encuentra plasmado de una forma más detallada el procedimiento a seguir a la hora de elaborar estas especificaciones y selección de materiales para tuberías y accesorios con ayuda del programa PUMA 5. La información que se plasmó en el manual- guía para TIPIEL S.A. contiene mucha más información que la agregada en este informe presentado a la universidad, ya que es material confidencial para la compañía TIPIEL S.A. A este documento le fue asignado un código, fue aprobado, revisado y autorizado para ser usado como guía y como material de ayuda a la hora de realizar inducciones a los nuevos trabajadores y empleados que no tengan total conocimiento a la hora de maniobrar el programa PUMA 5.

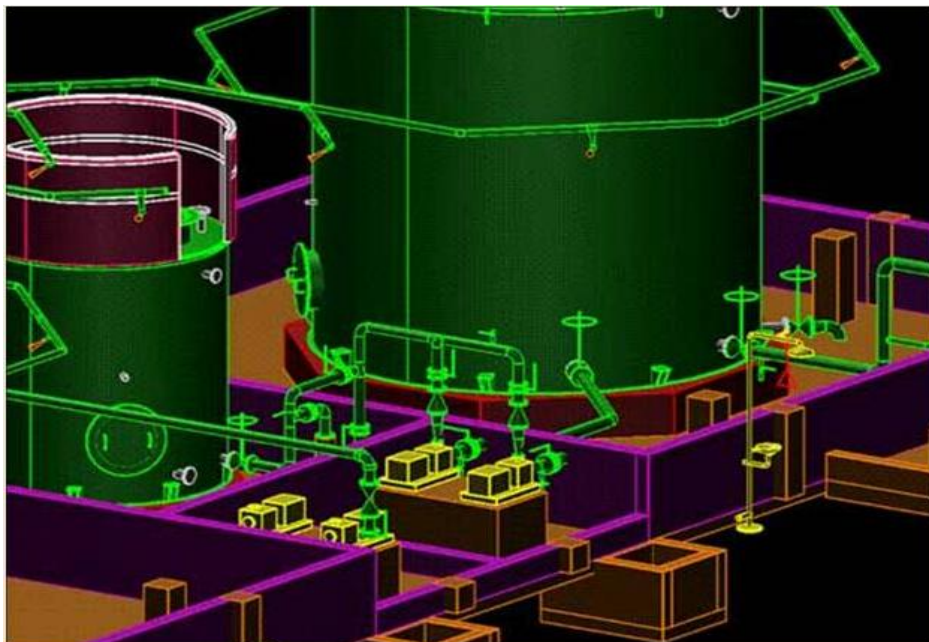
El agregar los tipos de materiales y sus especificaciones al PUMA 5 tiene como fin asignar una codificación en el software, ya que este trabaja enlazado con otros software que sirven para diseñar y simular plantas de refinación u otros montajes en la industria, y tener una imagen detallada de la obra mucho antes de empezar la construcción. A continuación se muestran imágenes realizadas por el Departamento de PDS (Plant Design System) sobre una planta de refinación con ayuda del PUMA 5.

Imagen 22. Imagen de una planta de refinación producida por PDS.



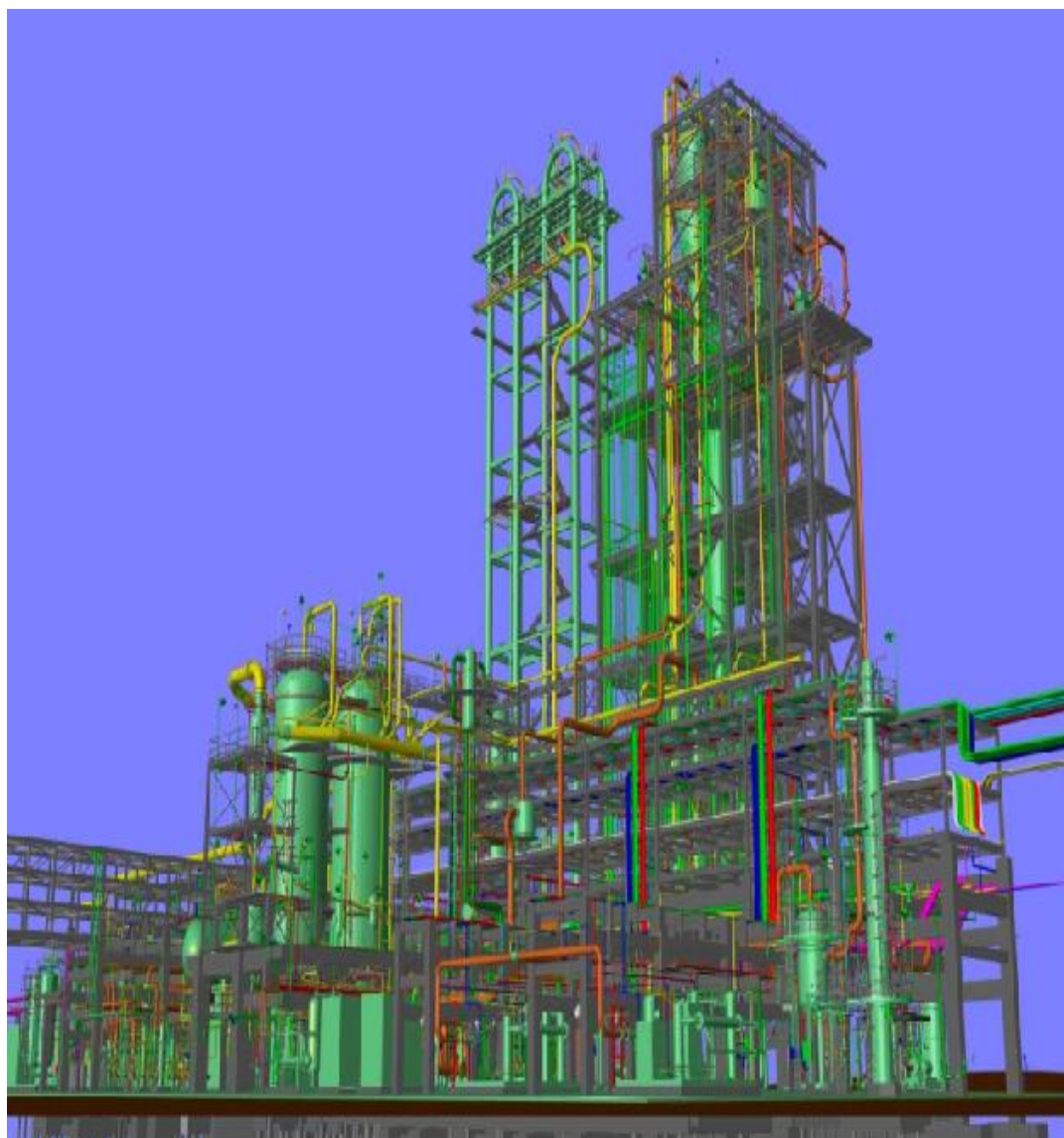
**FUENTE:** PDS, TIPIELS.A.

Imagen 23. Imagen de tanques de almacenamiento producido por PDS.



**FUENTE:** PDS, TIPIELS.A.

Imagen 24. Imagen detallada de la toda la planta elaborada por PDS.



**FUENTE:** PDS, TIPIELS.A.

## 6. CONCLUSIONES

- El programa PUMA 5 es una herramienta muy útil, es un programa avanzado el cual hace parte de compañías muy importantes como TIPIEL S.A., cumpliendo funciones de herramienta de ayuda a la hora de realizar un proyecto de gran envergadura como es el diseño de una planta industrial.
- La compañía cuenta aparte del software, con formatos que agilizan el trabajo del empleado, es el caso del formato W09 y el formato de cálculo de espesores, siendo herramientas fáciles y prácticas de utilizar a la hora de seleccionar y especificar el material.
- Cada una de las especificaciones y documentos tomados a la hora de iniciar el proyecto fueron de gran apoyo para lograr el objetivo final, nos dan una visión más clara para un buen manejo del software PUMA 5.
- El Programa cuenta con la particularidad de poder acoplarse con otros software, para realizar otras funciones como son las de modelar y simular el diseño de una planta, suministrando la información de la tubería y sus accesorios con sus respectivos materiales y especificaciones de los mismos.
- La compañía con este aporte logra cubrir la falencia que había en la realización de proyectos en la sección de materiales, mejorando el correcto uso del PUMA, facilitando la detección de errores que puedan ocurrir en la elaboración del proyecto a realizar por TIPIEL S.A.
- La constante capacitación facilita la elaboración de cualquier proyecto, logrando complementar los conocimientos que se adquieren en la formación como ingeniero en la escuela de ingeniería metalúrgica, en el área de selección de materiales.

## 7. RECOMENDACIONES

- El estudio de los códigos y normas se debe realizar con ayuda de los coordinadores del proyecto, ya que ellos son los que autorizan en última instancia si el material es adecuado para las condiciones que se necesitan basado en su experiencia.
- Se debe tener sumo cuidado a la hora de realizar el conteo de la tubería y sus accesorios en los P&ID, ya que pueden cometerse muchos errores que son perjudiciales a la hora del avance del proyecto.
- El programa es un software muy complejo en el cual se debe tener mucha precaución a la hora de maniobrarlo, ya que pueden ocurrir errores como por ejemplo, el de solicitar tubería o accesorios que no son necesarios y puede afectar tanto el presupuesto del proyecto, como la elaboración de la planta en el simulador.
- Debe realizarse frecuentemente capacitaciones a los empleados sobre las principales funciones del programa, contando ya con el aporte de este manual-guía para facilitar el aprendizaje en el PUMA 5.
- Se debe tener en cuenta que el manual-guía fue elaborado con los proyectos y procedimientos propuestos hasta el momento, puede estar sujeto a cambios cuando sea conveniente.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1 <http://www.edicionsupc.es/ftppublic/pdfmostra/QU01203M.pdf>
- 2 <http://www.materiales-sam.org.ar/sitio/revista/22007/MalaisiCompleto.pdf>
- 3 <http://www.monografias.com/trabajos25/disenio-tuberias/disenio-tuberias.shtml>
- 4 [http://www.valvulasthorsa.com.ar/productos/PDFproductos/valvulas\\_globo.pdf](http://www.valvulasthorsa.com.ar/productos/PDFproductos/valvulas_globo.pdf)
- 5 Presentación TIPIEL S.A. como empresa para la sociedad, Bogotá, 2009.
- 6 MANTILLA, Mauricio y HINCAPIE, Fabio. Evaluación de la Tubería de Transporte del Acueducto Urbano en el Municipio de Rionegro. Practica Empresarial. Bucaramanga, 2004. UIS. Facultad de Ingeniería Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Metalúrgica.
- 7 ECHAVARRIA, Andelfo, Curso Sobre los Principales Materiales en Tuberías a Presión. Bogotá, 2009.
- 8 Manual de INSPEQ INGENIERIA LTDA. Bogota, 2010.
- 9 Manual de PROMAT, Manufacturers of Branch Outlet Fittings. 2008.
- 10 Guía Práctica Para el Tubero. TIPIEL S.A. Bogotá, 2003.
- 11 CARDONA, Afranio, Metales y Aleaciones para el Servicio de Corrosión, ED. UIS. Escuela de Ingeniería Metalúrgica. Bucaramanga 1993.
- 12 <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/accesorioshidraulicos/valvulas/>
- 13 Catalog Piping Materials Management System Puma 5, By Computer Line Associates, 2008.
- 14 Documento CGP/F-SG-P1-PRL-00-001, REV. D3, Proyecto Planta de Gas Cupiagua, TIPIEL S.A. 2010 Derechos Reservados.
- 15 P&ID CGP/F-SG-P1-PRE-14-001-2/3, REV A1, Proyecto Planta de Gas Cupiagua, TIPIEL S.A. 2010, Derechos Reservados.
- 16 Documento CGP/F-SG-P1-PIN-00-011, REV. 0, Proyecto Planta de Gas Cupiagua, TIPIEL S.A. 2009 Derechos Reservados.
- 17 Tabla de espesores de pared para Aceros al Carbono y Aceros Inoxidables, Ferretería Reina, 2010.

- 18 ASTM A126-84 Standard Specification for Gray Iron Casting for Valves, Flanges and Pipe Fittings. USA, 2001.
- 19 API 5L, Specification for Line Pipe. USA, 2008.
- 20 API 600, Bolted Bonnet Steel Gate Valves for Petroleum and Natural gas Industries. USA, 2006.
- 21 API 602, Steel Gate, Globe and Check Valves for Sizes DN 100 and Smaller for the Petroleum and Natural Gas Industries. USA 2005.
- 22 API 603 Corrosion-Resistant, Bolted Bonnet Gate Valves-Flanged and Butt-Welding Ends. USA, 2001.
- 23 API 608, Metal Ball Valves- Flanged, Threaded and Welding Ends. USA, 2009.
- 24 API 609, Butterfly Valves: Double Flanged, Lug- and Wafer- Type. USA, 2004.
- 25 API 6D Pipeline Valves. USA, 2002.
- 26 ASME B1.20.1., Pipe Threads, General Purpose. USA, 2006.
- 27 ASME B 16.10, Face- to – Face and End- to-End Dimensions of Valves. USA 2000.
- 28 ASME B 16.11, Forged Fittings, Socket-Welding and Threaded. USA, 2005.
- 29 ASME B16.20, Metallic Gaskets for Pipe Flanges Ring- Joint, Spiral-Wound, and Jacketed. USA, 2007.
- 30 ASME B 16.21, Nonmetallic Flat Gaskets for Pipe Flanges. USA, 2005.
- 31 ASME B 16.25, Buttwelding Ends. USA, 2003.
- 32 ASME B 16.34, Valves-Flanged, threaded, and Welding End. USA, 2009.
- 33 ASME B 16.47, Large Diameter Steel Flanges NPS 26 Through NPS 60. USA, 1998.
- 34 ASME B16.5, Pipe Flanges and Flanged Fittings NPS ½ through NPS 24 Metric/Inch Standard. USA, 2009.
- 35 ASME B16.9 Factory Made Wrought Buttwelding Fittings. USA, 2003.
- 36 ASME B31.3, Process Piping. USA, 2006.
- 37 ASME B 31.4, Pipeline Transportation Systems for Liquid, Hydrocarbons and Other Liquids. USA, 2006.
- 38 ASME B 31.8, Gas Transmission and Distribution Piping Systems. USA, 2003.

39 ASME B 36.10, Welded And seamless Wrought Steel Pipe. USA, 2004.

40 ASME B 36.19M, Stainless Steel Pipe. USA, 2004.

41 ASTM A123, Standard Specification for Zinc (Hot- Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products.

42 ASME B1.1, Unified Inch Screw Threads. USA, 2003.