



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS
PARA EL MANEJO DE MATERIALES
EN LA ESPECIALIDAD DE TUBERÍAS
DURANTE EL PROYECTO
“LIBRAMIENTO QUERÉTARO”**

I N F O R M E

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO**

P R E S E N T A:

FELIPE RADILLA VÁZQUEZ



TUTOR: ING. DANIEL VICTOR ELÍAS

Agradecimientos

A MIS PADRES

Por su paciencia y amor, supieron encaminarme durante toda mi formación escolar, hasta la terminación de mi carrera profesional. Desde que yo era un niño me inculcaron el hábito del estudio y a través de su ayuda, vigilancia y consejos pude concluir mi carrera profesional.

A MI ESPOSA E HIJO

Nayeli y Maximiliano, quienes de manera especial y amorosa me apoyaron a finalizar mi carrera profesional. Por su apoyo y comprensión, porque ellos fueron el impulso para llevar al éxito este proyecto.

A MIS HERMANAS

Claudia y María, ya que son parte importante en mi vida, gracias por apoyarme en todo momento en mis estudios y brindarme su cariño incondicional.

A MIS SUEGROS

Germán Sánchez y Martha Sandoval, agradezco el estímulo y apoyo que me dieron durante toda mi formación escolar; y de manera especial a quienes colaboraron en forma directa, aportando sus conocimientos para la elaboración de este trabajo y quienes me preguntaban continuamente y con el ánimo de impulsarme para concluir este trabajo.

A MIS CUÑADOS Y SOBRINOS

Angélica, Lizbeth, Yadira, Alina, Priscila, Linda, Mónica, Alma, Miroslava, Frida, Germán, Ricardo, Emilio, Gabriel, Oswaldo, Oscar, Daniel, Rodolfo, Paris y Ron quienes me brindaron su apoyo, comprensión y cariño en todo momento.

A MI DIRECTOR DE TESIS

Ingeniero Daniel Elías, quien con sus sabios consejos y apoyo técnico – profesional hizo posible la elaboración de éste trabajo

“A todas las personas que dejaron huella en mí vida, puesto que sus enseñanzas fueron siempre valiosas, les agradezco su ayuda, confianza, apoyo, paciencia y tiempo dado, siendo todos parte de mí”

Índice

Agradecimientos	II
Resumen.....	II
Capítulo 1. Introducción	1
Capítulo 2. Manejo de Materiales en la Especialidad de Tuberías	5
2.1 Área de Diseño	5
2.2 Área de Análisis de Esfuerzos	8
2.3 Área de Materiales.....	9
2.3.1 Criterios y Procedimientos para la Elaboración de la Requisición de Materiales	11
Capítulo 3. Procedimientos para el Manejo de los Materiales de Tubería mediante PUMA®	46
3.1 Generación del Piping Classes.....	48
3.2 Definición de Datos de Proceso.....	49
3.3 Contabilización de los materiales de tubería (MTO).....	50
3.4 Generar, manejar y transferir Requisiciones de Materiales	51
3.5 Revisión Mecánica.....	59
3.6 Pintura Y Aislamiento	59
3.7 Manejo de los Materiales en Sitio mediante COSMO®	59
Capítulo 4. Organización y Desarrollo de la Ingeniería para un Proyecto.....	61
4.1 Bases De Usuario.....	61
4.2 Bases De Diseño	63
4.3 Ingeniería De Detalle	65
4.4 Documentación Entregable por el Área de Ingeniería	66
Capítulo 5. Descripción del Proyecto “Libramiento Querétaro”	69
5.1 Alcance.....	69
5.2 Ducto	70
5.3 Estación de Compresión.....	71
Capítulo 6. Techint, S.A. de C.V.	81
6.1 Empresa.....	81
6.2 Posición en la Empresa.....	82
6.3 Estructura Organizacional del Departamento de Ingeniería, Área de Ductos	83
Capítulo 7. Comentarios y Conclusiones	84
Referencias Bibliográficas.....	86
Apéndice A Documentación requerida para el diseño del proyecto.....	88
Apéndice B Especificación de Tuberías.....	94
Apéndice C Características de diseño de una Válvula Bola	95

Resumen

El proyecto Libramiento Querétaro fue organizado con el personal especializado y capacitado en las áreas de Tubería, Proceso, Civil, Mecánico, Eléctrica e Instrumentación; estas áreas fijaron los criterios y los pasos a seguir, para lo cual se elaboró diversa documentación que fue utilizada para referirse en forma escrita e ilustrativa acerca de la información técnica relacionada con la ingeniería del proyecto; se incluyó toda la información gráfica y técnica de equipos, arreglos de tuberías, estructuras e instalaciones, mediante la elaboración de planos, arreglos de equipo, especificaciones, hojas de datos, memorias de cálculo, listas de equipos (mecánicos y eléctricos), listados de materiales, isométricos, requisición de materiales, reportes, minutas, procedimientos, etc., lo que permitió la construcción y operación del proyecto.

La ingeniería de tuberías fue organizada en tres grandes áreas:

1. *Diseño*. En esta área se definieron los criterios de diseño de acuerdo a normas y estándares aplicables para el proyecto.
2. *Análisis de esfuerzos*. En esta área se marcó la metodología y los procedimientos a seguir para el cálculo estático, dinámico y térmico de las tuberías y la ejecución de los estándares de soportes¹.
3. *Materiales*. Asignado y responsable de esta área como *ingeniero de materiales*, establecí las pautas y recomendaciones en el área de materiales para la adecuada gestión, manejo y administración de los materiales, realicé el cómputo de materiales de tuberías para obtener el material take off (MTO²) del proyecto, establecí los criterios y procedimientos para la gestión de los materiales, definí el sistema de codificación para los materiales de tuberías, el cual fue utilizado en todas las etapas del proyecto, elaboré las Requisiciones de Materiales (MR) correspondientes, transferí el MTO del proyecto al sistema de suministros para su compra, verifiqué el cumplimiento de los materiales de acuerdo a lo especificado en la orden de compra (PO) y establecí la relación entre el área de tuberías y los sectores de compra y almacén.

El resultado deseado es cumplir con los requerimientos técnicos de diseño, tener instalaciones seguras, reducir el exceso de material, mejorar la disponibilidad de los materiales en sitio, reducir los costos en materiales, reducir las horas - hombre, la detección temprana de los problemas del potencial suministro de material, duplicación de actividades, correcto manejo de los materiales ubicados en el almacén, optimizar el proceso de fabricación y construcción.

Este informe tiene como objetivo establecer los criterios y procedimientos que consideré para el manejo y administración de materiales en el área de tuberías de acuerdo a los estándares aplicables, el cómputo de materiales y la elaboración de las Requisiciones de Materiales; también explicar y describir la importancia de transferir correctamente el la base de datos (MTO) a la aplicación que controló los órdenes de compra de los materiales del área de suministros y del almacén en sitio.

1 Soporte. Elemento que soporta tanto cargas dinámicas como estáticas en la tubería y equipos a los cuales se encuentra asociado.

2 MTO. Resumen de Materiales (por sus siglas en Ingles "Material Take Off") Se refiere a los volúmenes de materiales y conceptos cuantificados en base a un arreglo y dimensionamiento preliminar o definitivo.

La finalidad de este informe es dar una metodología para la elaboración de una Requisición de Materiales, tomando en cuenta la parte técnica y los requerimientos mínimos necesarios que deberían ser cumplidos por el fabricante/proveedor de los componentes de tuberías³.

Actualmente México se encuentra en una etapa de transición que apunta hacia un aprovechamiento más eficiente de sus recursos naturales y que se ve reflejado en el uso creciente del gas natural, este combustible satisface a un costo razonable las necesidades tanto de la industria, el comercio y el sector doméstico. El nivel de las inversiones dedicadas a la industria del gas natural en nuestro país prueba la importancia creciente de este producto, este sector muestra una demanda y un nivel de precios en aumento, lo que condujeron a emprender nuevos proyectos de expansión y de exploración; fue así como se desarrollaron y se planificaron proyectos de construcción⁴ de nuevos gasoductos.

Este fue el caso para el proyecto Libramiento Querétaro, debido al incremento de los requerimientos de gas natural para el corredor industrial de Querétaro, surgió la necesidad de construir una nueva estación compresión “El Sauz” con capacidad de 150 MMPCD⁵ y la construcción del gasoducto que tiene su inicio en la nueva estación y que termina en la interconexión con el gasoducto de 16” cercano al parque industrial Querétaro

3 Componentes de Tubería. Son los elementos mecánicos para unir o ensamblar sistemas de tubería para conducir fluidos a presión. Los componentes de referencia incluyen tubo rígido, tubo flexible, accesorios, bridas, empaques, espárragos, válvulas y dispositivos como juntas de expansión, juntas flexibles, mangueras de presión, trampas, filtros, instrumentos y separadores.

4 Construcción. Incluye la mano de obra, fabricación, instalación, montaje, inspección y pruebas que permitirán llevar a las instalaciones al punto de estar listas para comisionamiento.

5 MPCD. Millones de pies cúbicos por día a una presión absoluta de 1 kg/cm² (0.98 bara) y a una temperatura de 20° C.

Capítulo 1. Introducción

Probablemente la importancia de los materiales en nuestra cultura es mayor que lo habitualmente se cree; prácticamente cada segmento de nuestra vida cotidiana está influido en mayor o menor grado por los materiales, como por ejemplo transporte, vivienda, vestimenta, comunicación, recreación y alimentación. Históricamente, el desarrollo y la evolución de las sociedades han estado íntimamente vinculados a la capacidad de sus miembros para producir y conformar los materiales necesarios para satisfacer sus necesidades. En efecto, las primeras civilizaciones se conocen con el nombre del material que alcanzó mayor grado de desarrollo (p.ej., Edad de piedra, Edad de Bronce).

El hombre primitivo sólo tuvo acceso a un número muy limitado de materiales, que encontró en la naturaleza: piedras, madera, arcilla, cuero y pocos más. Con el transcurso del tiempo, el hombre descubrió técnicas para producir materiales con propiedades superiores a las de los naturales; entre estos nuevos materiales se encontraban la cerámica y algunos metales. Además, se descubrió que las propiedades de un material se podían modificar por tratamiento térmico o por adición de otras sustancias. En este aspecto, la utilización de los materiales era totalmente un proceso de selección; esto es, de un conjunto limitado de materiales se decidía cuál era, en virtud de sus características, el más idóneo para una aplicación en particular.

Hace relativamente poco tiempo que los científicos llegaron a comprender la relación entre elementos estructurales de los materiales y sus propiedades, este conocimiento, adquirido en los últimos 50 años aproximadamente, los ha capacitado en alto grado, para modificar o adaptar las características de los materiales. Se han desarrollado decenas de miles de materiales distintos con características muy especiales para satisfacer las necesidades de nuestra moderna y compleja sociedad; se trata de metales, plásticos, vidrios y fibras.

El avance en la comprensión de un tipo de material suele ser el precursor del progreso de una tecnología. Por ejemplo, la fabricación de una tubería fue posible por la aparición de un acero idóneo o de algún sustituto comparable.

La esencia de la *ingeniería de los materiales* es entender su aplicación, luego establecer las características de un material ideal y por último alcanzar lo óptimo, escogiendo el mejor material disponible para producir el componente más económico y seguro.

El ingeniero de materiales se enfrenta al problema de seleccionar un material que funcione con seguridad y preste un servicio adecuado al menor costo posible en una aplicación dada, se deben tomar en cuenta no solo las propiedades mecánicas del material sino también las propiedades eléctricas, químicas, magnéticas, térmicas y ópticas, así como también su resistencia a la corrosión. Por otro lado, dirige sus esfuerzos a seleccionar materiales que puedan soportar las condiciones de servicio predichas en el diseño y en el análisis de esfuerzos. Esto necesariamente implica un conocimiento de la relación entre la estructura (detalles de internos) de los materiales y sus propiedades mecánicas.

Todos los productos fabricados en la industria están hechos de por lo menos un material, y con frecuencia, de varias clases de ellos. La cantidad de materiales de que puede disponer un ingeniero en la industria es casi infinita, tan solo las composiciones del acero pueden contarse por millares, además cientos de nuevas clases de materiales aparecen en el mercado anualmente, esto significa que los ingenieros de materiales

no pueden esperar llegar a conocer la totalidad de las propiedades de todos los materiales en sus numerosas formas, lo que pueden hacer es “*tratar de aprender algunos principios y criterios que los guíen en la selección rápida e inteligente de los materiales*”.

La ingeniería de los materiales se fundamenta en las relaciones propiedades-estructura y diseña o proyecta la estructura de un material para conseguir un conjunto predeterminado de propiedades. Normalmente la *estructura* de un material se relaciona con la disposición de sus componentes internos. La estructura subatómica implica a los electrones dentro de los átomos individuales y a las interacciones con su núcleo. A nivel atómico, la estructura se refiere a la organización de átomos o moléculas entre sí.

Un material en servicio está expuesto a estímulos externos que provocan algún tipo de respuesta. Las propiedades de un material se expresan en términos del tipo y magnitud de la respuesta a un estímulo específico impuesto. Todas las propiedades importantes de los materiales sólidos se agrupan en seis categorías: *mecánicas, eléctricas, térmicas, magnéticas, ópticas y químicas*. Para cada categoría existe un tipo característico de estímulo capaz de provocar respuestas diferentes.

Las propiedades mecánicas relacionan la deformación con la carga o fuerza aplicada; ejemplo de ellas son el módulo elástico y la resistencia. En las propiedades eléctricas, tales como la conductividad eléctrica y constante dieléctrica, el estímulo es un campo eléctrico. El comportamiento térmico de los sólidos se representa en función de la capacidad calorífica y de la conductividad térmica, las propiedades magnéticas se refieren a la respuesta de un material frente a la influencia de un campo magnético. Para las propiedades ópticas, el estímulo es la radiación electromagnética y lumínica; el índice de refracción y la reflectividad son propiedades ópticas representativas. Finalmente, las propiedades químicas indican la reactividad química de un material.

Muchos ingenieros, sean mecánicos, civiles, químicos o eléctricos, en alguna ocasión se encontrarán con un problema de diseño en el cual intervengan materiales. Por descontado, el ingeniero de materiales son especialistas totalmente involucrados en la investigación y en el diseño de materiales.

A menudo el problema que se presenta es la elección del material más idóneo de entre muchos miles de materiales disponibles. Existen varios criterios en los cuales se basa normalmente la decisión final. En primer lugar, deben caracterizarse las condiciones en que el material prestará servicio, y se anotarán las propiedades requeridas por el material para dicho servicio. En algunas ocasiones el material reúne una combinación ideal de propiedades, por lo que, muchas veces, habrá que reducir una en beneficio de otra. Un ejemplo clásico lo constituyen la resistencia y la ductilidad; generalmente, un material con alta resistencia tiene ductilidad limitada.

La segunda consideración se refiere a la degradación que el material experimenta en servicio. Por ejemplo, las elevadas temperaturas y los ambientes corrosivos disminuyen considerablemente la resistencia mecánica.

Finalmente la consideración más convincente es probablemente la económica. Por ejemplo, un material puede que reúna un conjunto idóneo de propiedades pero resulte caro.

“Cuanto más familiarizados estén los ingenieros de materiales con las diferentes características y relaciones propiedad-estructura de los materiales, así como las técnicas de su procesado, mayor será su habilidad y confianza para hacer elecciones sensatas basadas en estos criterios”

Los materiales sólidos se clasifican en tres grupos: *metales*, *cerámicas* y *polímeros*. Este esquema se basa en la composición química y en la estructura atómica. Por lo general, la mayoría de los materiales encajan en un grupo u otro, aunque hay materiales intermedios. Además, existen otros dos grupos de importantes materiales técnicos: *materiales compuestos* y *semiconductores*. Los materiales compuestos constan de combinaciones de dos o más materiales diferentes, mientras que los semiconductores se utilizan por sus extraordinarias características eléctricas. A continuación se describen brevemente los tipos de materiales y sus características más representativas.

Metales. Normalmente los materiales metálicos son combinaciones de elementos metálicos. Tienen un gran número de electrones deslocalizados, que no pertenecen a ningún átomo en concreto. La mayoría de las propiedades de los metales se atribuyen a estos electrones. Los metales conducen perfectamente el calor y la electricidad y son opacos a la luz visible; la superficie metálica pulida tiene apariencia lustrosa. Además, los metales son resistentes, aunque deformables, lo que contribuye a su utilización en aplicaciones estructurales.

Cerámicas. Los compuestos químicos constituidos por metales y no metales (óxido, nitruros y carburos) pertenecen al grupo de las cerámicas que incluye minerales de arcilla, cemento y vidrio. Por lo general se trata de materiales que son aislantes eléctricos y térmicos y que a elevada temperatura y en ambientes agresivos son más resistentes que los metales y polímeros. Desde el punto de vista mecánico, las cerámicas son duras y muy frágiles.

Polímeros. Los polímeros comprenden materiales que van desde los familiares plásticos al caucho. Se trata de compuestos orgánicos, basados en el carbono, hidrógeno y otros elementos no metálicos, caracterizados por la gran longitud de las estructuras moleculares. Los polímeros poseen densidades bajas y extraordinaria flexibilidad.

Materiales Compuestos. Se han diseñado materiales compuestos formados por más de un tipo de material. Están diseñados para alcanzar la mejor combinación de las características de cada componente. La mayoría de los materiales desarrollados últimamente son materiales compuestos. La fibra de vidrio, que es vidrio en forma filamentosa dentro de un material polimérico, es un ejemplo familiar.

Semiconductores. Los semiconductores tienen propiedades eléctricas intermedias entre los conductores y los aislantes eléctricos. Las características eléctricas de los semiconductores son extremadamente sensibles a la presencia de diminutas concentraciones de átomos de impurezas. Estas concentraciones se deben controlar en regiones espaciales muy pequeñas. Los semiconductores posibilitan la fabricación de los circuitos integrados que han revolucionado, en las últimas décadas, la industria electrónica.

A pesar de los espectaculares progresos en el conocimiento y en el desarrollo de los materiales en los últimos años, el permanente desafío tecnológico requiere materiales cada vez más sofisticados y especializados.

Justificación

Objetivo General

Establecer los criterios con que deben construirse los arreglos de tubería que transportan los fluidos de proceso y servicios auxiliares en las instalaciones del proyecto y establecer los procedimientos base para la elaboración de requisiciones de materiales, la selección adecuada y el correcto manejo de los suministros de los materiales de tubería.

Objetivos Específicos

1. Establecer los criterios que guíen a la selección adecuada de los materiales para el área de tuberías.
2. Describir el procedimiento para la elaboración de una Requisición de Materiales en la especialidad de tuberías.
3. Describir la relación que existe entre el área de tuberías, suministros y almacén mediante el manejo de programas como PUMA[®], SAP[®] y COSMO[®].
4. Describir el procedimiento de gestión y manejo de los materiales de tuberías en el proyecto “Libramiento Querétaro”.
5. Describir las características generales del proyecto “Libramiento Querétaro”.

Alcance del Informe

Describir y demostrar a través de este informe de actividades profesionales, el dominio de capacidades, habilidades y competencias profesionales adquiridas y desarrolladas para el manejo y administración de materiales en el área de tuberías en el proyecto “Libramiento Querétaro”.

Capítulo 2. Manejo de Materiales en la Especialidad de Tuberías

Para el proyecto Libramiento Querétaro la ingeniería de tuberías se organizó en tres áreas (diseño, análisis de esfuerzos y materiales), cada una de estas áreas se le asignó una serie de funciones y obligaciones que se describen a continuación:

2.1 Área de Diseño

Cuando inició el proyecto se definieron los criterios de diseño, para ello fue necesario contar con estándares de diseño que fijaran dichos criterios. El diseño de los arreglos de tubería fue basada en criterios económicos, de seguridad y conveniencia en la operación y mantenimiento. El arreglo de tubería se diseñó en forma organizada para suministrar accesos limpios con uniformidad y en cumplimiento con los estándares aplicables.

ASME B31.3 Process Piping

ASME B31.8 Gas Transmission and Distribution Piping Systems

Para el diseño de los arreglos de tubería⁶ se consideró como tubería principal, aquella que agrupó al mayor número de sistemas de tubería; su trazo fue determinado de acuerdo con el plano general de localización y su diseño, se ubicó sobre soportería elevada e integrada por: tuberías de proceso, interconexiones, cabezales para alimentación de aire, gas y agua, cabezales recolectores de purgas o relevos, así como también líneas neumáticas y de instrumentos.

Para el proyecto la clasificación de las tuberías fue de la siguiente manera:

- a) Se consideraron como tuberías de proceso: Tuberías que transportaron fluidos para suministrar la carga a las unidades de proceso las cuales conectan equipos como intercambiadores de calor, separadores, columnas, calentadores, compresores, bombas y filtros entre otros equipos que intervienen en los procesos, incluyendo las tuberías de las unidades de almacenamiento.
- b) Se consideraron como tuberías de desfogue: Tuberías diseñada para conducir hidrocarburos normalmente gaseosos ó en fases gas-líquido, que son relevados de los dispositivos de seguridad hasta los sistemas de recuperación, tratamiento y/o quemado, son tuberías individuales de alivio, cabezales de conexión de tuberías de alivio, purga y colectoras de drenaje de proceso, con descarga a recipientes separadores o quemadores de chimenea.
- c) Se consideraron como tuberías de servicios auxiliares: Son tuberías que conducen fluidos para suministrar los servicios de ayuda a los procesos de las instalaciones industriales, generalmente son tuberías de vapor, condensado, agua de enfriamiento, agua de servicios, gas combustible, aire de planta y de instrumentos, que funcionan como cabezales generales de distribución de servicios a equipos en la planta.
- d) Se consideraron como tuberías de instrumentos: Tubería que conduce fluidos para accionamiento de los instrumentos de control del proyecto, el cual generalmente es aire.

6 Arreglo de tuberías. Elementos mecánicos soldados o bridados para transportar, distribuir, medir y controlar fluidos generalmente a presión. Los arreglos incluyen tubería, accesorios, conexiones, juntas, empaquetaduras, espárragos, válvulas, dispositivos de alivio de presión, juntas aislantes y elementos de soporte.

Para la distribución de los arreglos de tubería se consideraron de forma práctica y ordenada de tal manera que su instalación fuese funcional, sencilla, económica y de fácil construcción y mantenimiento. La localización de los equipos fue de acuerdo a los criterios de seguridad, economía, mantenimiento y operación, esto significó que no se diseñaron tuberías que obstruyeran el paso ó sobre el nivel del piso de circulación de los operadores.

El análisis del diseño de los arreglos de tubería, fue en base a la siguiente documentación (ver [apéndice A](#)):

- a) Arreglo General de la Planta
- b) Arreglo de Tuberías Plantas
- c) Arreglo de Tuberías Elevaciones
- d) Arreglo de Tuberías, Rack, Cortes y Detalles
- e) Detalles de Tuberías Venteos, Drenajes y Trampas
- f) Isométricos
- g) Planos de Localización de Áreas
- h) Planos de Localización de Soportes

Para la elaboración de los planos de tubería en planta y elevación se consideró la siguiente información:

- a) No. de línea
- b) No. de equipo
- c) No. de soportes
- d) Nivel fondo de tubo
- e) Separación entre tubos
- f) Norte de construcción
- g) Sentido del flujo
- h) No. de instrumentos
- i) Notas de planos: dimensiones aproximadas, ajustar en campo, verificar y corregir en campo
- j) Cuando un detalle aparezca en otro plano, referirse al plano donde esta ubicado y viceversa

En los arreglos de tuberías se incluyeron todas las líneas, incluyendo las menores de 2", con todos sus elementos (ver figura 2.1).

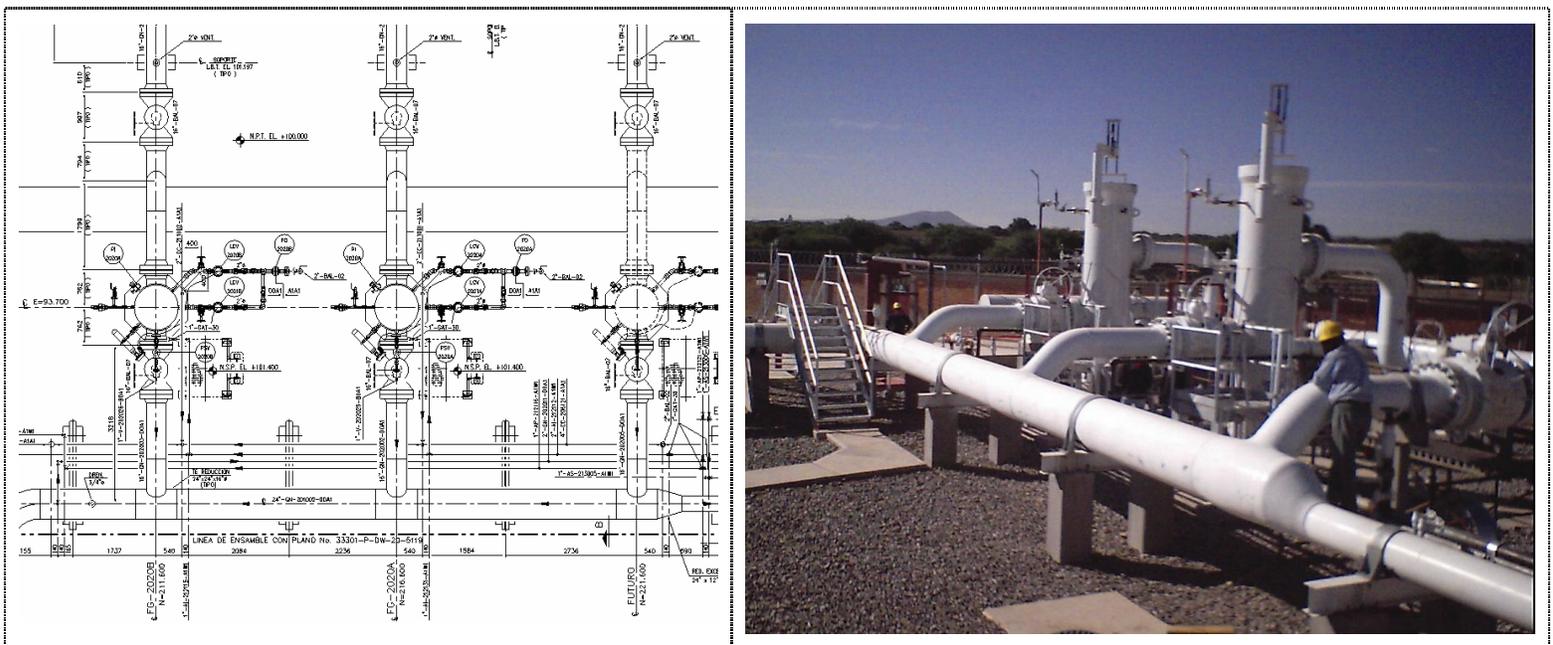


Figura 2.1 Arreglo de tuberías - Área de pre-filtros

El diseño fue optimizado al máximo para eliminar desperdicios de materiales y asegurar la llegada en tiempo de los mismos al sitio, para ello, fue importante una acción conjunta entre las gerencias de Ingeniería y de Obra.

Se emitió una isometría por línea para cada área. Los arreglos de tuberías se generaron mientras se iban diseñando las líneas con todos sus materiales los cuales correspondieron con la clase de cada línea.

Los dibujos isométricos incluyeron la siguiente información (ver figura 2.2):

- a) Norte de Construcción
- b) No. de soportes y localización
- c) No. de instrumentos
- d) Coordenadas de localización
- e) Cotas
- f) Lista de Materiales
- g) Sentido de flujo
- h) No. de Línea
- i) Condiciones de diseño y operación
- j) Condiciones de prueba
- k) Porcentaje de radiografiado
- l) Pruebas
- m) Protección mecánica y/o aislamiento
- n) No. de equipo
- o) Referencia de isométricos colindantes en ambos extremos.
- p) Nombre y firma del responsable

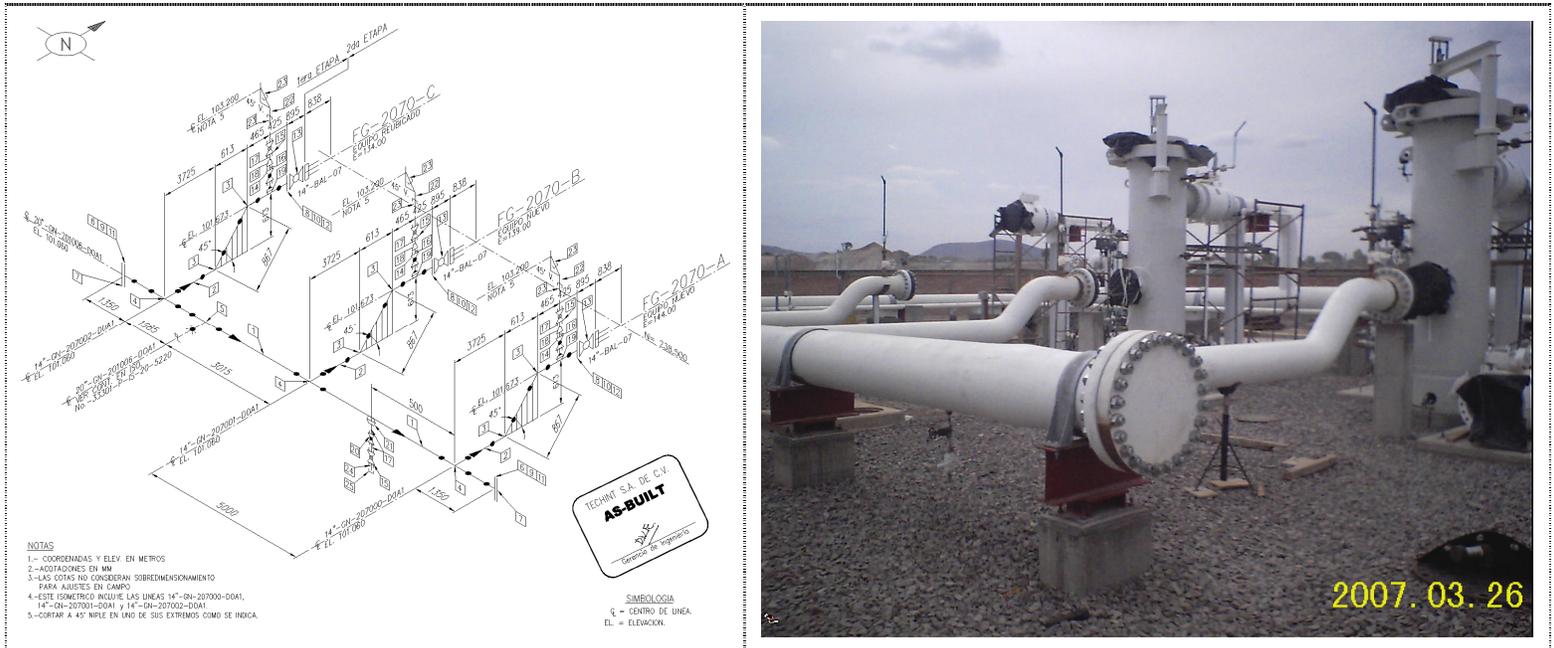


Figura 2.2 Isométrico de tuberías – Área de filtros de succión

2.2 Área de Análisis de Esfuerzos

El área de análisis de esfuerzos y soportes fue la encargada de marcar las pautas y procedimientos a seguir para el cálculo estático, dinámico y térmico de las tuberías y la ejecución de estándares de soportes. Esta área acordó con el área de diseño la forma y momento de su participación para la emisión de la soportería y la ubicación de los soportes en el arreglo (ver figura 2.3).

Toda la tubería fue adecuadamente soportada, guiada y anclada, de tal manera que durante su operación no se presentaran afectaciones por vibración, deflexión o esfuerzos excesivos sobre la misma línea o equipo al que se conectó. La tubería de conexión a válvulas y equipo, que requiera mantenimiento periódico frecuente, se soportó de tal manera que pudiera efectuarse la remoción de los accesorios y unidades, sin necesidad de utilizar soportes temporales adicionales. *“La localización de soportes estuvo en función del análisis de flexibilidad”*

Los sistemas críticos de tubería y sus componentes fueron analizados por esfuerzos de expansión térmica, presión interna, soportería, vibración, cargas de viento o cargas sísmicas. Las fuerzas y momentos de reacción de la tubería en equipos y en las interconexiones (tie-ins) a la tubería existente fueron evaluadas en el análisis.

Para la realización de los cálculos de análisis de esfuerzos, flexibilidad y soportería de tuberías, se consideró la condición más severa de presión (interna o externa) y de temperatura (mínima o máxima) coincidentes en operación, esperada como condición de servicio continuo, en cualquiera de las condiciones que resulte más crítica en el pre-arranque, puesta en servicio, paro, regeneración o en cualquier otra condición que pueda ser considerada como máxima de trabajo accidentado continuo o inesperado continuo, de condiciones menores o hasta iguales a las condiciones de diseño de la planta.

Los dibujos de soportes emitidos para construcción fueron lo suficientemente detallados y la posición de cada soporte fue indicada en la planta de tuberías y en la isometría.

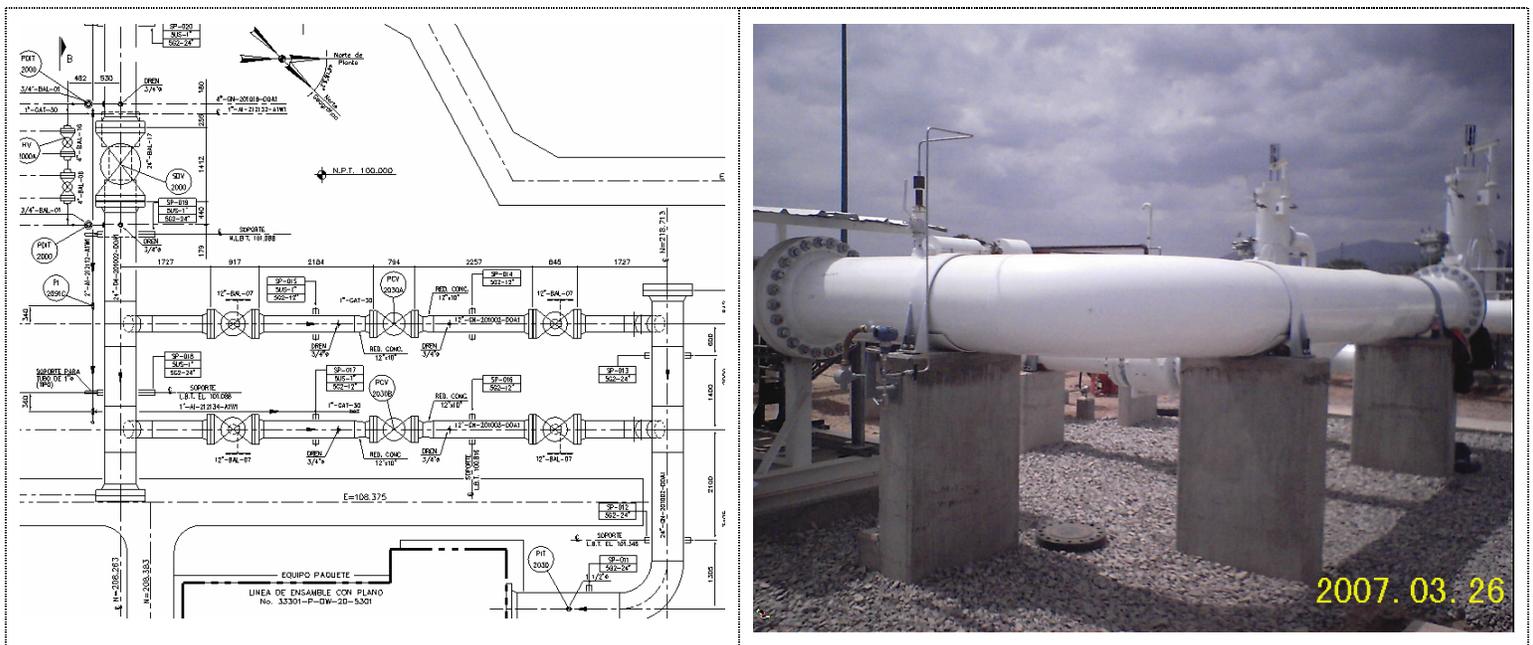


Figura 2.3 Localización de soportes área de regulación de gas

2.3 Área de Materiales

Asignado y responsable del área, marqué las pautas y procedimientos a seguir para establecer los criterios con que deben construirse los arreglos de tubería del proyecto, la elaboración de requisiciones de materiales y los principios base para una rápida y adecuada selección de los materiales de tuberías.

Los materiales de tuberías considerados fueron de acuerdo a los estándares y especificaciones aplicables para los diferentes servicios (proceso, auxiliares, desfuegos) y en cumpliendo con los criterios de diseño.

La figura 2.4 muestra las etapas que siguieron los materiales durante el proyecto, desde la necesidad/requerimiento en la etapa de diseño hasta su llegada a almacén de obra para su instalación y pruebas.

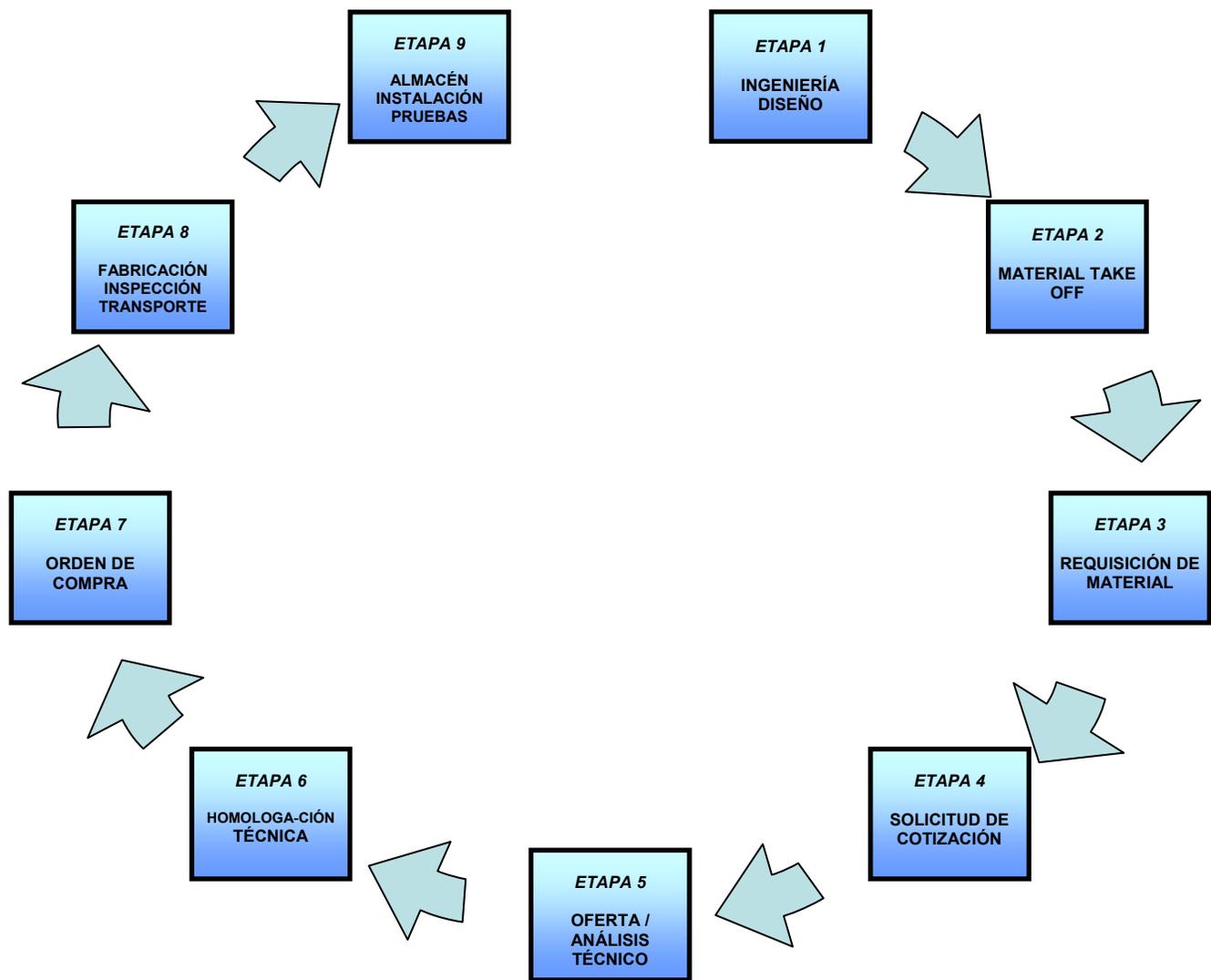


Figura 2.4 Diagrama de las etapas que siguen los materiales de tubería durante un proyecto.

Durante este proceso, las etapas en las que tuve ingerencia directa como área de materiales fueron las siguientes:

Etapa 1. “Ingeniería - Diseño”

En esta primer etapa, se definieron los estándares de diseño y se establecieron los criterios con que fueron diseñados los arreglos de tubería que transportaron los fluidos de proceso y servicios auxiliares en las instalaciones del proyecto, con esa información pude arrancar con la contabilización de los materiales, generar la base de datos del proyecto (MTO) y elaborar las requisiciones necesarias para el suministro oportuno de los materiales de tubería.

Etapa 2. “Material Take Off”

En esta etapa me coordine con el área de diseño para realizar la contabilización de los materiales mediante los arreglos de tuberías generados y de acuerdo a los listados de materiales (BOM) obtenidos pude contabilizar aproximadamente el 85% de los componentes de tuberías como fueron: tuberías, válvulas, bridas, empaques, espárragos, accesorios, etc., con lo anterior pude elaborar el MTO del proyecto (ver figura 2.5).

mark	cota	u	mis	custom_code	custom_des	des_umms_diam	umms_diam	DES_DIAM	DES_D
988	972	1	NR	CRC0641B	Red Conc ASME B16.9 EB Wrought S ASTM A 234 Gr. WPB - Size 12" x 10" - Thk S-XS" x S-XS"	in	1	12	10
989	972	1	NR	CRC0641B	Red Conc ASME B16.9 EB Wrought S ASTM A 234 Gr. WPB - Size 12" x 10" - Thk S-XS" x S-XS"	in	1	12	10
990	973	1	NR	CRC0103B	Red Conc ASME B16.9 EB Wrought S ASTM A 234 Gr. WPB - Size 12" x 10" - Thk S-80" x S-80"	in	1	12	10
991	1087	1	NR	CEC0025B	Red Exc ASME B16.9 EB Wrought S ASTM A 234 Gr. WPB - Size 4" x 3" - Thk S-20" x S-STD"	in	1	4	3
992	1105	1	NR	CEC0052B	Red Exc ASME B16.9 EB Wrought S ASTM A 234 Gr. WPB - Size 8" x 6" - Thk S-20" x S-STD"	in	1	6	6
993	1105	1	NR	CEC0052B	Red Exc ASME B16.9 EB Wrought S ASTM A 234 Gr. WPB - Size 8" x 6" - Thk S-20" x S-STD"	in	1	6	6
994	1105	1	NR	CEC0052B	Red Exc ASME B16.9 EB Wrought S ASTM A 234 Gr. WPB - Size 8" x 6" - Thk S-20" x S-STD"	in	1	6	6
995	1105	1	NR	CEC0052B	Red Exc ASME B16.9 EB Wrought S ASTM A 234 Gr. WPB - Size 8" x 6" - Thk S-20" x S-STD"	in	1	6	6
996	1105	1	NR	CEC0052B	Red Exc ASME B16.9 EB Wrought S ASTM A 234 Gr. WPB - Size 8" x 6" - Thk S-20" x S-STD"	in	1	6	6
997	1105	1	NR	CEC0052B	Red Exc ASME B16.9 EB Wrought S ASTM A 234 Gr. WPB - Size 8" x 6" - Thk S-20" x S-STD"	in	1	6	6
998	1105	1	NR	CEC0052B	Red Exc ASME B16.9 EB Wrought S ASTM A 234 Gr. WPB - Size 8" x 6" - Thk S-20" x S-STD"	in	1	6	6
999	1105	1	NR	CEC0052B	Red Exc ASME B16.9 EB Wrought S ASTM A 234 Gr. WPB - Size 8" x 6" - Thk S-20" x S-STD"	in	1	6	6
1000	1105	1	NR	CEC0052B	Red Exc ASME B16.9 EB Wrought S ASTM A 234 Gr. WPB - Size 8" x 6" - Thk S-20" x S-STD"	in	1	6	6
1001	1109	1	NR	CEC0059B	Red Exc ASME B16.9 EB Wrought S ASTM A 234 Gr. WPB - Size 10" x 4" - Thk S-20" x S-STD"	in	1	10	4
1002	1111	1	NR	CEC0027B	Red Exc ASME B16.9 EB Wrought S ASTM A 234 Gr. WPB - Size 10" x 4" - Thk S-XS" x S-XS"	in	1	10	4
1003	4946	4	NR	GSV0826B	Empaq Espromet ASME B16.20 BW 300 LB Raised Face - AISI 304 SPIRAL WOUND-GRAPHITE Thk. 3mm - Size 8"	in	1	6	0
1004	4946	4	NR	GSV0826B	Empaq Espromet ASME B16.20 BW 300 LB Raised Face - AISI 304 SPIRAL WOUND-GRAPHITE Thk. 3mm - Size 8"	in	1	6	0
1005	4946	3	NR	GSV0826B	Empaq Espromet ASME B16.20 BW 300 LB Raised Face - AISI 304 SPIRAL WOUND-GRAPHITE Thk. 3mm - Size 8"	in	1	6	0
1006	4946	3	NR	GSV0826B	Empaq Espromet ASME B16.20 BW 300 LB Raised Face - AISI 304 SPIRAL WOUND-GRAPHITE Thk. 3mm - Size 8"	in	1	6	0
1007	4946	4	NR	GSV0826B	Empaq Espromet ASME B16.20 BW 300 LB Raised Face - AISI 304 SPIRAL WOUND-GRAPHITE Thk. 3mm - Size 8"	in	1	6	0
1008	4946	3	NR	GSV0826B	Empaq Espromet ASME B16.20 BW 300 LB Raised Face - AISI 304 SPIRAL WOUND-GRAPHITE Thk. 3mm - Size 8"	in	1	6	0
1009	520	3	NR	RSC0140B	Socketlet MSS SP-97 SW 3000# Forged ASTM A 105 - Size 10" x 1"	in	1	10	1
1010	520	4	NR	RSC0140B	Socketlet MSS SP-97 SW 3000# Forged ASTM A 105 - Size 10" x 1"	in	1	10	1
1011	520	2	NR	RSC0140B	Socketlet MSS SP-97 SW 3000# Forged ASTM A 105 - Size 10" x 1"	in	1	10	1
1012	520	3	NR	RSC0140B	Socketlet MSS SP-97 SW 3000# Forged ASTM A 105 - Size 10" x 1"	in	1	10	1
1013	549	2	NR	RSC0165B	Socketlet MSS SP-97 SW 3000# Forged ASTM A 105 - Size 20" x 1"	in	1	20	1
1014	549	4	NR	RSC0165B	Socketlet MSS SP-97 SW 3000# Forged ASTM A 105 - Size 20" x 1"	in	1	20	1
1015	549	4	NR	RSC0165B	Socketlet MSS SP-97 SW 3000# Forged ASTM A 105 - Size 20" x 1"	in	1	20	1
1016	549	4	NR	RSC0165B	Socketlet MSS SP-97 SW 3000# Forged ASTM A 105 - Size 20" x 1"	in	1	20	1
1017	549	2	NR	RSC0165B	Socketlet MSS SP-97 SW 3000# Forged ASTM A 105 - Size 20" x 1"	in	1	20	1
1018	549	4	NR	RSC0165B	Socketlet MSS SP-97 SW 3000# Forged ASTM A 105 - Size 20" x 1"	in	1	20	1
1019	549	2	NR	RSC0165B	Socketlet MSS SP-97 SW 3000# Forged ASTM A 105 - Size 20" x 1"	in	1	20	1
1020	549	1	NR	RSC0165B	Socketlet MSS SP-97 SW 3000# Forged ASTM A 105 - Size 20" x 1"	in	1	20	1
1021	549	4	NR	RSC0165B	Socketlet MSS SP-97 SW 3000# Forged ASTM A 105 - Size 20" x 1"	in	1	20	1
1022	549	4	NR	RSC0165B	Socketlet MSS SP-97 SW 3000# Forged ASTM A 105 - Size 20" x 1"	in	1	20	1
1023	549	3	NR	RSC0165B	Socketlet MSS SP-97 SW 3000# Forged ASTM A 105 - Size 20" x 1"	in	1	20	1
1024	573	1	NR	RSC0238B	Socketlet MSS SP-97 SW 6000# Forged ASTM A 105 - Size 10" x 1"	in	1	10	1
1025	623	1	NR	CWC0363B	Weldolet MSS SP-97 EB Forged ASTM A 105 - Size 6" x 2" - Thk S-XS" x S-XS"	in	1	6	2
1026	623	1	NR	CWC0363B	Weldolet MSS SP-97 EB Forged ASTM A 105 - Size 6" x 2" - Thk S-XS" x S-XS"	in	1	6	2
1027	623	1	NR	CWC0363B	Weldolet MSS SP-97 EB Forged ASTM A 105 - Size 6" x 2" - Thk S-XS" x S-XS"	in	1	6	2
1028	623	1	NR	CWC0363B	Weldolet MSS SP-97 EB Forged ASTM A 105 - Size 6" x 2" - Thk S-XS" x S-XS"	in	1	6	2
1029	623	1	NR	CWC0363B	Weldolet MSS SP-97 EB Forged ASTM A 105 - Size 6" x 2" - Thk S-XS" x S-XS"	in	1	6	2
1030	651	1	NR	CWC0790B	Weldolet MSS SP-97 EB Forged ASTM A 105 - Size 10" x 2" - Thk S-20" x S-STD"	in	1	10	2

Figura 2.5 MTO de los materiales de tubería

En el MTO que surgió de la ingeniería aprobada para construcción y para fines de la gestión y elaboración de requisiciones de materiales, tuve que considerar cierto excedente (surpluss) en las cantidades de material de acuerdo al diámetro del componente de tubería, debido a que en la etapa de instalación se deben considerar los siguientes factores:

- Desperdicios,
- Pérdidas por corte y escuadrado,
- Materiales dañados,
- Utilización para calificación de soldadores o procedimientos de soldadura.

Etapas 3 “Requisición de Materiales”.

Para esta etapa del proyecto, fue necesario que definiera un sistema de codificación único para cada componente de tuberías que lo identificara durante todo el proyecto, este sistema de codificación fue utilizado para la rastreabilidad de los materiales de tubería durante todas las etapas del proyecto. La herramienta que manejé y me proporcionó el sistema de codificación de los componentes de tubería fue el programa PUMA[®], a través del cual también pude administrar y controlar el proceso de gestión y elaboración de MR's, la generación y manejo del MTO del proyecto al sistema que administró las ordenes de compra de los materiales del área de suministros. Además establecí los criterios para la selección adecuada de los materiales de tuberías y la elaboración de las Requisiciones de Materiales que describo en el apartado 2.1

Etapas 4 a 8 Conciernen al área de suministros, con cierto apoyo técnico del área de ingeniería.

Etapas 9 “Almacén, Instalación Y Pruebas”.

En esta última etapa, me encargué de revisar y verificar en sitio mediante COSMO[®] el control del almacén (entradas y salidas de materiales), habilitaciones para producción y activación de faltantes.

2.3.1 Criterios y Procedimientos para la Elaboración de la Requisición de Materiales

En el área de materiales fue imprescindible contar con una normatividad actualizada acorde con las exigencias de los trabajos a desarrollar y que cumpliera con los requerimientos necesarios para tener instalaciones seguras, parte de este proceso consistió en la correcta selección de los materiales y de su fabricación de acuerdo al tipo de servicio; asimismo los fabricantes se adaptaron a los requerimientos e incluyeron una diversidad de materiales de acuerdo a las necesidades, utilizando aquellos con la más alta resistencia para los diferentes servicios, proporcionando seguridad bajo condiciones de operación normales.

Los materiales y estándares que se consideraron para los componentes de tubería, fueron los adecuados para brindar un servicio seguro bajo las condiciones de operación del sistema, así como, las características del fluido transportado sin presentar falla o fuga y sin demeritar la seguridad y calidad del servicio.

CRITERIOS GENERALES.

Los requerimientos mínimos considerados para la fabricación de los materiales de los componentes de tubería fueron:

- Resistencia
- Tenacidad
- Soldabilidad
- Resistencia a la fractura

- Resistencia a la corrosión⁷

Los componentes de tubería fueron fabricados de acero de bajo carbono o acero de baja aleación, estos tipos de material fueron compuestos principalmente de:

- 98 – 99% de hierro
- Pequeñas cantidades de carbono (0.001 a 0.30%), manganeso (0.30 a 1.50%)
- Otros elementos aleantes en pequeñas cantidades (cromo, molibdeno, vanadio, titanio, cobre, níquel, etc.) que pudieran tener efectos benéficos en la resistencia y la tenacidad del acero.

Los aceros de bajo carbono y los aceros de baja aleación ofrecieron límites idóneos de propiedades deseables como resistencia, tenacidad, ductilidad y soldabilidad que fueron requeridos para las instalaciones del proyecto.

Existen varias clases de fabricación para los componentes de tubería, las consideradas para el proyecto fueron:

- *Sin costura*. Producto tubular fabricado mediante el conformado en caliente del acero sin el uso de algún proceso de soldadura.
- *Con costura*. Producto tubular fabricado a partir del conformado en frío de lámina, placa, o rollo, con bordes unidos a temperatura de fusión por un proceso de soldadura, con o sin la aplicación de metal de aporte y, con o sin el empleo de presión.
- *Soldadura por arco sumergido (SAW)*. Producto tubular fabricado por el conformado de lámina o placa y con bordes unidos posteriormente por un proceso de soldadura, que produce fusión y coalescencia del metal por el calentamiento del arco eléctrico, el que se establece entre un electrodo o electrodos consumibles y la pieza de trabajo.
- *Soldadura por resistencia eléctrica (ERW)*. Producto tubular fabricado por el conformado de lámina o placa, en el que los bordes alineados se unen por fusión, con el calor que genera la resistencia del acero al paso de una corriente eléctrica, y por presión mecánica. No requiere material de aporte. Posterior a este proceso, la costura se trata térmicamente mediante normalizado, a fin de homogeneizar la microestructura del material del tubo.

Cuando hablamos de componentes de tubería, nos referimos a su diámetro (D) y a su espesor (t). Estas dos dimensiones son muy importantes para determinar el nivel de resistencia de nuestros arreglos de tuberías o que cantidad de hidrocarburo podemos transportar. El diámetro y el espesor son determinados durante la etapa de diseño (ver figura 2.6).

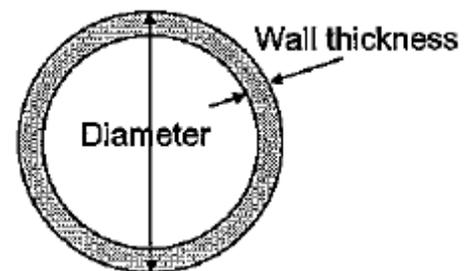


Figura 2.6 Diámetro y del espesor de una tubería

En primera instancia necesitamos conocer las propiedades mecánicas de nuestros componentes de tuberías. La prueba de tensión de materiales nos puede proporcionar las propiedades mecánicas básicas. La figura 2.7 muestra la representación gráfica las propiedades mecánicas básicas de los materiales.

⁷ **Corrosión.** Proceso electroquímico por medio de los cual los metales refinados tienden a formar compuestos (óxidos, hidróxidos, etc.) termodinámicamente estables debido a la interacción con el medio.

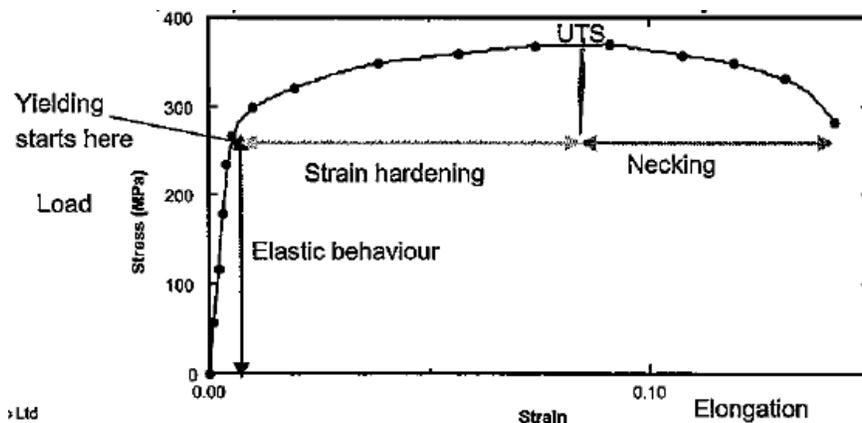


Figura 2.7 Representación gráfica Esfuerzo - Deformación

El cambio de un comportamiento elástico a uno inelástico es llamado “cedencia/límite elástico”, después de este punto observamos que la carga continúa incrementándose debido a “endurecimiento por deformación”, entonces el límite es alcanzado, en donde la carga comienza a disminuir con la deformación incrementándose; esta es la resistencia última de tensión (UTS), después del UTS el material forma un cuello y eventualmente falla.

Debemos asegurarnos que la resistencia de los componentes de tubería sea superior a los niveles mínimos especificados.

- SMYS (*Specified minimum yield strength*)
- SMUTS (*Specified minimum ultimate tensile strength*)

Nuestro esfuerzo de diseño estará siempre correcto mientras se localice por debajo del SMYS, para obtener un margen seguro (ver figura 2.8).

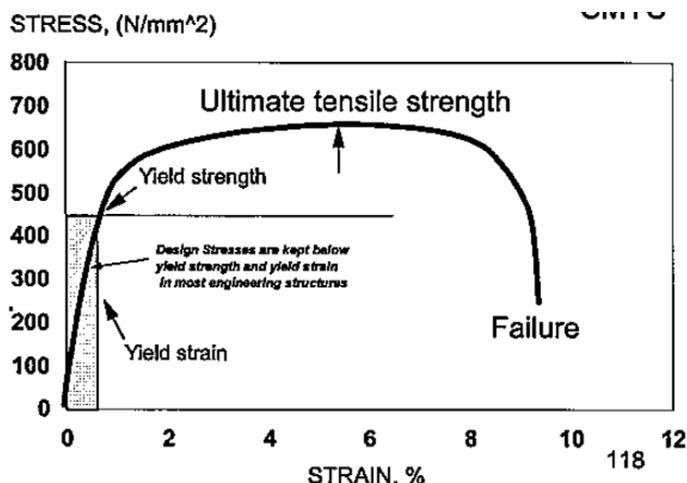


Figura 2.8 Representación gráfica del SMUTS - SMYS

La resistencia a la cedencia de los componentes de tubería son comúnmente medidos en lbf/in², también conocemos a los materiales por su grado, por ejemplo una tubería con un SMYS de 52,000 (lbf/in²) es conocida como grado X52 o una de 60,000 (lbf/in²) es conocida como grado X60, algunos aceros con

grados menores son conocidos por letras (A, B o C), estos grados tienen un SMYS $\leq 35,000$ (lbf/in²). El grado indica que tan resistente será nuestro componente de tubería.

Cuando presurizamos un fluido en la tubería, esforzamos la pared, el esfuerzo que expande la tubería es llamado “esfuerzo tangencial”. Debemos limitar este esfuerzo tangencial, de otra manera nuestra tubería posiblemente falle, si este se encuentra por encima del SMYS y alcance el UTS. Debemos asegurarnos que este esfuerzo este por debajo del nivel especificado en el diseño de los arreglos de tubería.

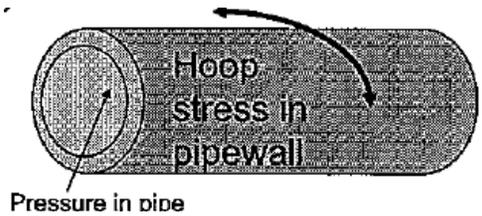


Figura 2.9 Esfuerzo tangencial

Nuestro esfuerzo tangencial de diseño está indicado como:

- Un esfuerzo como porcentaje del SMYS o
- Un factor del esfuerzo tangencial : SMYS

Por ejemplo, un esfuerzo de diseño que da un esfuerzo del 72% SMYS es un factor de diseño del 0.72, es decir, si tengo una tubería con esfuerzo tangencial de diseño de 298 N/mm² y la tubería tiene un SMYS = 414 N/mm² es:

$$\text{Esfuerzo de diseño} = (298/414) \times 100 = 72\% \text{SMYS}$$

$$\text{Factor de diseño} = 298/414 = 0.72$$

Además, las cargas por efecto de la presión interna pueden provocar esfuerzos biaxiales en nuestros arreglos de tubería, por consiguiente los componentes se expanden en dirección tangencial y en dirección axial. Nuestro esfuerzo tangencial es sobre x2 más grande que nuestro esfuerzo axial. El esfuerzo tangencial aumenta cuando el diámetro aumenta, o el espesor de pared disminuye y se calcula de la siguiente manera:

$$\sigma_{\theta} = \text{HoopStress} = \frac{pD}{2t} \quad \dots \text{ (Ec. 1)}$$

Donde:

p - Presión interna

D - Diámetro nominal

t - Espesor de pared

Usualmente no hablamos del esfuerzo tangencial en nuestros arreglos de tubería, preferimos hablar sobre el *factor de diseño*.

$$\text{DesignFactor} = \frac{\text{HoopStress}}{\text{SMYS}} \quad \dots \text{ (Ec. 2)}$$

Frecuentemente el esfuerzo más importante que necesitamos calcular es el esfuerzo tangencial; los estándares de diseño limitan el nivel de esfuerzo tangencial en los arreglos de tubería para prevenir exceder el SMYS. El factor de diseño de 0.72 es el más popular en uso.

$$\text{DesignFactor}, \phi = \frac{\text{HoopStress}}{\text{SMYS}} = \frac{pD}{2t\text{SMYS}} = 0.72 \quad \dots \text{ (Ec. 3)}$$

Es importante comprender el origen y el significado de este factor de diseño, primero, el factor de diseño es un camino de ingeniería para asegurar que los esfuerzos en los arreglos de tubería sean los correctos y estén por debajo del SMYS y del SMUTS.

Nuestros arreglos de tubería pueden estar sujetos a varios tipos de cargas (ver figura 2.10):

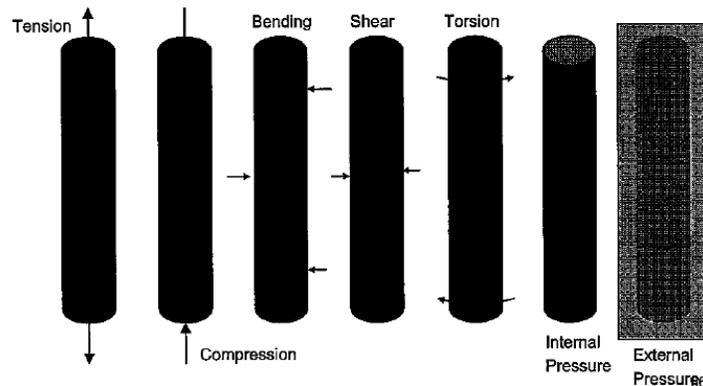


Figura 2.10 Tipos de cargas a las que puede estar sometida una tubería

La presión de diseño p es la máxima presión permitida por un estándar y se obtiene usando la ecuación del esfuerzo tangencial:

$$p = \frac{2t(\text{HoopStress})}{D} \dots \text{(Ec. 4)}$$

Hay que asegurarse que este esfuerzo no exceda el SMYS, usando factores de diseño, por lo que, de la ecuación 2, obtenemos:

$$\text{HoopStress} = \text{SMYS}\phi \dots \text{(Ec. 5)}$$

Sustituyendo ec. 5 en ec. 4, tenemos:

$$p = \left(\frac{2 \cdot \text{SMYS} \cdot t}{D} \right) \cdot \phi \dots \text{(Ec. 6)}$$

Existen otros parámetros que afectan nuestra presión de diseño, por ejemplo:

I El **ASME B31.8** da a la presión de diseño p como:

$$p = \left(\frac{2 \cdot \text{SMYS} \cdot t}{D} \right) \cdot \phi \cdot E \cdot T \dots \text{(Ec. 7)}$$

Donde:

ϕ - Factor de diseño obtenido de la tabla 2.1

SMYS - Specified minimum yield strength (psi) obtenido de la tabla 2.2

E - Factor de la junta longitudinal obtenida de la tabla 2.3

T - Factor de reducción de capacidad por efecto de la temperatura obtenido de la tabla 2.4

t - Espesor de pared (in), puede ser obtenido también de la tabla 2.5

D - Diámetro exterior nominal (in), puede ser obtenido de la tabla 2.5

Tabla 2.1 ϕ - Factores de diseño

Location Class	Design Factor, F
Location Class 1, Division 1	0.80
Location Class 1, Division 2	0.72
Location Class 2	0.60
Location Class 3	0.50
Location Class 4	0.40

CLASSIFICATION	AREA*	Design Factor *** (hoop stress/SMYS)
Class 1 (Div 1)		0.80
Class 1 (Div 2)	0-10 buildings (rural)	0.72
Class 2	11-45 buildings (areas around towns)	0.60
Class 3	46+ dwellings (e.g. suburban), etc.**	0.50
Class 4	Multi-storey-type buildings	0.40

El factor de diseño ϕ depende de la “clasificación de la ubicación”, que significa que en un área geográfica a lo largo del un gasoducto de acuerdo al número y proximidad de las construcciones previstas para uso humano y otras características que son consideradas cuando se prescriben o recomiendan los factores de diseño para construcción, presiones de operación, métodos de prueba del gasoducto y principales ubicaciones en el área para asegurar los requerimientos de operación y mantenimiento; y que también toma en cuenta el servicio y la seguridad del sistema (ver figura 2.11).

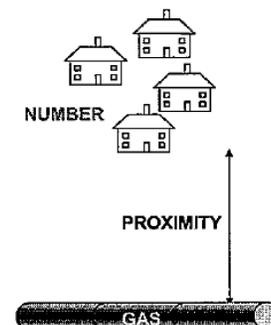


Figura 2.11 Location Class

Tabla 2.2 SMYS para tubería de acero regularmente usada en sistemas de tuberías

Spec. No.	Grade	Type [Note (1)]	SMYS, psi
API 5L [Note (2)]	A25	BW, ERW, S	25,000
API 5L [Note (2)]	A	ERW, S, DSA	30,000
API 5L [Note (2)]	B	ERW, S, DSA	35,000
API 5L [Note (2)]	×42	ERW, S, DSA	42,000
API 5L [Note (2)]	×46	ERW, S, DSA	46,000
API 5L [Note (2)]	×52	ERW, S, DSA	52,000
API 5L [Note (2)]	×56	ERW, S, DSA	56,000
API 5L [Note (2)]	×60	ERW, S, DSA	60,000
API 5L [Note (2)]	×65	ERW, S, DSA	65,000
API 5L [Note (2)]	×70	ERW, S, DSA	70,000
API 5L [Note (2)]	×80	ERW, S, DSA	80,000
ASTM A 53	Type F	BW	25,000
ASTM A 53	A	ERW, S	30,000
ASTM A 53	B	ERW, S	35,000
ASTM A 106	A	S	30,000
ASTM A 106	B	S	35,000
ASTM A 106	C	S	40,000
ASTM A 134	...	EFW	[Note (3)]
ASTM A 135	A	ERW	30,000
ASTM A 135	B	ERW	35,000
ASTM A 139	A	EFW	30,000
ASTM A 139	B	EFW	35,000
ASTM A 139	C	EFW	42,000
ASTM A 139	D	EFW	46,000
ASTM A 139	E	EFW	52,000
ASTM A 333	1	S, ERW	30,000
ASTM A 333	3	S, ERW	35,000
ASTM A 333	4	S	35,000
ASTM A 333	6	S, ERW	35,000
ASTM A 333	7	S, ERW	35,000
ASTM A 333	8	S, ERW	75,000
ASTM A 333	9	S, ERW	46,000

Tabla 2.2 SMYS para tubería de acero regularmente usada en sistemas de tuberías (Continuación)

Spec. No.	Grade	Type [Note (1)]	SMYS, psi
ASTM A 381	Class Y-35	DSA	35,000
ASTM A 381	Class Y-42	DSA	42,000
ASTM A 381	Class Y-46	DSA	46,000
ASTM A 381	Class Y-48	DSA	48,000
ASTM A 381	Class Y-50	DSA	50,000
ASTM A 381	Class Y-52	DSA	52,000
ASTM A 381	Class Y-56	DSA	56,000
ASTM A 381	Class Y-60	DSA	60,000
ASTM A 381	Class Y-65	DSA	65,000

GENERAL NOTE: This table is not complete. For the minimum specified yield strength of other grades and grades in other approved specifications, refer to the particular specification.

NOTES:

- (1) Abbreviations: BW = furnace butt welded; DSA = double submerged-arc welded; EFW = electric fusion welded; ERW = electric resistance welded; FW = flash welded; S = seamless.
- (2) Intermediate grades are available in API 5L.
- (3) See applicable plate specification for SMYS.

El factor de la junta longitudinal E es para tener en cuenta la calidad de la soldadura longitudinal o costura en espiral de la tubería.

Tabla 2.3 E - Factor de la junta longitudinal

Spec. No.	Pipe Class	E Factor
ASTM A 53	Seamless	1.00
	Electric Resistance Welded	1.00
	Furnace Butt Welded: Continuous Weld	0.60
ASTM A 106	Seamless	1.00
ASTM A 134	Electric Fusion Arc Welded	0.80
ASTM A 135	Electric Resistance Welded	1.00
ASTM A 139	Electric Fusion Welded	0.80
ASTM A 211	Spiral Welded Steel Pipe	0.80
ASTM A 333	Seamless	1.00
	Electric Resistance Welded	1.00
	Double Submerged-Arc-Welded	1.00
ASTM A 671	Electric Fusion Welded	1.00
	Classes 13, 23, 33, 43, 53	0.80
	Classes 12, 22, 32, 42, 52	1.00
ASTM A 672	Electric Fusion Welded	1.00
	Classes 13, 23, 33, 43, 53	0.80
	Classes 12, 22, 32, 42, 52	1.00
API 5L	Seamless	1.00
	Electric Resistance Welded	1.00
	Electric Flash Welded	1.00
	Submerged Arc Welded	1.00
	Furnace Butt Welded	0.60

T explica el hecho que la resistencia y el módulo de elasticidad de la tubería disminuye con el aumento de la temperatura.

Tabla 2.4 T - Factor de reducción de capacidad por efecto de la temperatura

Temperature, °F	Temperature Derating Factor, T
250 or less	1.000
300	0.967
350	0.933
400	0.900
450	0.867

Tabla 2.5 Diámetros y espesores comerciales de los fabricantes de tuberías.

NOMINAL PIPE SIZE	SCHEDULE DESIGNATIONS		WALL THICKNESS		WEIGHT	
	OD INCH OD MM	ANSI/ASME	INCH	MM	LBS/ FOOT	KG/ METER
1/8 6	0.405 10.3	10 10S	0.049	1.24	0.1863	0.28
		STD 40 40S	0.068	1.73	0.2447	0.36
		XS 80 80S	0.095	2.41	0.3145	0.47
1/4 8	0.540 13.7	10 10S	0.065	1.65	0.3297	0.49
		STD 40 40S	0.088	2.24	0.4248	0.63
		XS 80 80S	0.119	3.02	0.5351	0.80
3/8 10	0.675 17.1	10 10S	0.065	1.65	0.4235	0.63
		STD 40 40S	0.091	2.31	0.5676	0.84
		XS 80 80S	0.126	3.20	0.7388	1.10
1/2 15	0.840 21.3	5 5S	0.065	1.65	0.5383	0.80
		10 10S	0.083	2.11	0.6710	1.00
		STD 40 40S	0.109	2.77	0.8510	1.27
		XS 80 80S	0.147	3.73	1.088	1.62
		160 XX	0.188	4.78	1.309	1.95
3/4 20	1.050 26.7	5 5S	0.065	1.65	0.6838	1.02
		10 10S	0.083	2.11	0.8572	1.28
		STD 40 40S	0.113	2.87	1.131	1.68
		XS 80 80S	0.154	3.91	1.474	2.19
		160 XX	0.219	5.56	1.944	2.89
1 25	1.315 33.4	5 5S	0.065	1.65	0.8678	1.29
		10 10S	0.109	2.77	1.404	2.09
		STD 40 40S	0.133	3.38	1.679	2.50
		XS 80 80S	0.179	4.55	2.172	3.23
		160 XX	0.250	6.35	2.844	4.23
1/4 32	1.660 42.2	5 5S	0.065	1.65	1.107	1.65
		10 10S	0.109	2.77	1.806	2.69
		STD 40 40S	0.140	3.56	2.273	3.38
		XS 80 80S	0.191	4.85	2.997	4.46
		160 XX	0.250	6.35	3.765	5.60
1-1/2 40	1.900 48.3	5 5S	0.065	1.65	1.274	1.90
		10 10S	0.109	2.77	2.085	3.10
		STD 40 40S	0.145	3.68	2.718	4.05
		XS 80 80S	0.200	5.08	3.631	5.40
		160 XX	0.281	7.14	4.859	7.23
2 50	2.375 60.3	5 5S	0.065	1.65	1.604	2.39
		10 10S	0.109	2.77	2.638	3.93
		STD 40 40S	0.154	3.91	3.653	5.44
		XS 80 80S	0.218	5.54	5.022	7.47
		160 XX	0.344	8.74	7.462	11.11
2-1/2 65	2.875 73.0	5 5S	0.083	2.11	2.475	3.68
		10 10S	0.120	3.05	3.531	5.26
		STD 40 40S	0.203	5.16	5.793	8.62
		XS 80 80S	0.276	7.01	7.661	11.40
		160	0.375	9.53	10.01	14.60

NOMINAL PIPE SIZE	SCHEDULE DESIGNATIONS		WALL THICKNESS		WEIGHT	
	OD INCH OD MM	ANSI/ASME	INCH	MM	LBS/ FOOT	KG/ METER
3 80	3.500 88.9	5 5S	0.083	2.11	3.029	4.51
		10 10S	0.120	3.05	4.332	6.45
		STD 40 40S	0.216	5.49	7.576	11.27
		XS 80 80S	0.300	7.62	10.25	15.25
		160 XX	0.438	11.13	14.32	21.31
3-1/2 90	4.000 101.6	5 5S	0.083	2.11	3.472	5.17
		10 10S	0.120	3.05	4.973	7.40
		STD 40 40S	0.226	5.74	9.109	13.56
		XS 80 80S	0.318	8.08	12.50	18.60
		160 XX	0.636	16.15	22.85	34.01
4 100	4.500 114.3	5 5S	0.083	2.11	3.915	5.83
		10 10S	0.120	3.05	5.613	8.35
		STD 40 40S	0.237	6.02	10.79	16.06
		XS 80 80S	0.337	8.56	14.98	22.29
		120 XX	0.438	11.13	19.00	28.28
5 125	5.563 141.3	5 5S	0.109	2.77	6.349	9.45
		10 10S	0.134	3.40	7.770	11.56
		STD 40 40S	0.258	6.55	14.62	21.76
		XS 80 80S	0.375	9.53	20.78	30.93
		120 XX	0.500	12.70	27.04	40.24
6 150	6.625 168.3	5 5S	0.109	2.77	7.585	11.29
		10 10S	0.134	3.40	9.289	13.82
		STD 40 40S	0.280	7.11	18.97	28.23
		XS 80 80S	0.432	10.97	28.57	42.52
		120 XX	0.562	14.27	36.39	54.16
8 200	8.625 219.1	5 5S	0.109	2.77	9.914	14.75
		10 10S	0.148	3.76	13.40	19.94
		20	0.250	6.35	22.36	33.28
		30	0.277	7.04	24.70	36.76
		STD 40 40S	0.322	8.18	28.55	42.49
10 250	10.750 273.1	60	0.406	10.31	35.64	53.04
		XS 80 80S	0.500	12.70	43.39	64.58
		100	0.594	15.09	50.95	75.83
		120	0.719	18.26	60.71	90.35
		140 XX	0.812	20.62	67.76	100.84
10 250	10.750 273.1	160	0.875	22.23	72.42	107.78
		160	0.906	23.01	74.69	111.16
		5 5S	0.134	3.40	15.19	22.61
		10 10S	0.165	4.19	18.70	27.83
		20	0.250	6.35	28.04	41.73
10 250	10.750 273.1	30	0.307	7.80	34.24	50.96
		STD 40 40S	0.365	9.27	40.48	60.24
		XS 60 80S	0.500	12.70	54.74	81.47
		80	0.594	15.09	64.43	95.89
		100	0.719	18.26	77.03	114.64

Tabla 2.5 Diámetros y espesores comerciales de los fabricantes de tuberías (Continuación).

NOMINAL PIPE SIZE OD INCH OD MM	SCHEDULE DESIGNATIONS ANSI/ASME	WALL THICKNESS		WEIGHT		
		INCH	MM	LBS/ FOOT	KG/ METER	
12 300 12.750 323.9	5S	0.156	3.96	20.98	31.22	
	10S	0.180	4.57	24.20	36.02	
	20	0.250	6.35	33.38	49.68	
	30	0.330	8.38	43.77	65.14	
	STD 40S	0.375	9.53	49.56	73.76	
	40	0.406	10.31	53.52	79.65	
	XS 80S	0.500	12.70	65.42	97.36	
	60	0.562	14.27	73.15	108.87	
	80	0.688	17.48	88.63	131.90	
	100	0.844	21.44	107.32	159.72	
	120 XX	1.000	25.40	125.49	186.76	
	140	1.125	28.58	139.67	207.86	
	160	1.312	33.32	160.27	238.52	
14 350 14.000 355.6	10S	0.188	4.78	27.73	41.27	
	10	0.250	6.35	36.71	54.63	
	20	0.312	7.92	45.61	67.88	
	STD 30 40S	0.375	9.53	54.57	81.21	
	40	0.438	11.13	63.44	94.41	
	XS 80S	0.500	12.70	72.09	107.29	
	60	0.594	15.09	85.05	126.58	
	80	0.750	19.05	106.13	157.95	
	100	0.938	23.83	130.85	194.74	
	120	1.094	27.79	150.90	224.58	
	140	1.250	31.75	170.21	253.32	
	160	1.406	35.71	189.10	281.43	
	16 400 16.000 406.4	10S	0.188	4.78	31.75	47.25
10		0.250	6.35	42.05	62.58	
20		0.312	7.92	52.27	77.79	
STD 30 40S		0.375	9.53	62.58	93.13	
XS 40 80S		0.500	12.70	82.77	123.18	
60		0.656	16.66	107.50	159.99	
80		0.844	21.44	136.61	203.31	
100		1.031	26.20	164.82	245.29	
120		1.219	30.96	192.43	286.38	
140		1.438	36.53	223.64	332.83	
160		1.594	40.49	245.25	364.99	
18 450 18.000 457.2		10S	0.188	4.78	35.76	53.22
		10	0.250	6.35	47.39	70.53
	20	0.312	7.92	58.94	87.72	
	STD 40S	0.375	9.53	70.59	105.06	
	30	0.438	11.13	82.15	122.26	
	XS 80S	0.500	12.70	93.45	139.08	
	40	0.562	14.27	104.67	155.78	
	60	0.750	19.05	138.17	205.63	
	80	0.938	23.83	170.92	254.37	
	100	1.156	29.36	207.96	309.50	
	120	1.375	34.93	244.14	363.34	
	140	1.562	39.67	274.22	408.11	
	160	1.781	45.24	308.50	459.13	
20 500 20.000 508.0	10S	0.218	5.54	46.06	68.55	
	10	0.250	6.35	52.73	78.48	
	STD 20 40S	0.375	9.53	78.60	116.98	
	XS 30 80S	0.500	12.70	104.13	154.97	
	40	0.594	15.09	123.11	183.22	
	60	0.812	20.62	166.40	247.65	
	80	1.031	26.19	208.87	310.85	
	100	1.281	32.54	256.10	381.14	
	120	1.500	38.10	296.37	441.07	
	140	1.750	44.45	341.09	507.63	
	160	1.969	50.01	379.17	564.30	
	24 600 24.000 609.6	10S	0.250	6.35	63.41	94.37
		STD 20 40S	0.375	9.53	94.62	140.82
XS 80S		0.500	12.70	125.49	186.76	
30		0.562	14.27	140.68	209.37	
40		0.688	17.48	171.29	254.92	
60		0.969	24.61	238.35	354.72	
80		1.219	30.96	296.58	441.39	
100		1.531	38.89	367.39	546.77	
120		1.812	46.02	429.39	639.04	
140		2.062	52.37	483.10	718.97	
160		2.344	59.54	542.13	806.83	
30 750 30.000 762.0		10	0.312	7.92	98.93	147.23
		STD 40S	0.375	9.53	118.65	176.58
	XS 20 80S	0.500	12.70	157.53	234.44	
	30	0.625	15.88	196.08	291.82	
36 900 36.000 914.4	10	0.312	7.92	118.92	176.98	
	STD 40S	0.375	9.53	142.68	212.34	
	XS 80S	0.500	12.70	189.57	282.13	

II El **ASME B31.3** proporciona la ecuación para determinar espesor de tubería requerido t para la presión interna, definida como:

$$t = \frac{PD}{2(SE + PY)} \dots \dots \text{(Ec. 8)}$$

Donde:

S - Esfuerzo permitido en tensión (psi) (ver tabla 2.6)

E - Factor de la junta longitudinal obtenida de la tabla 2.3

Y - Factor de corrección del espesor de pared obtenido de la tabla 2.7

P - Presión de diseño (psig)

D - Diámetro exterior nominal (in)

Tabla 2.6 S - Esfuerzo permitido en tensión

Material	Spec. No/Grade	Basic Allowable Stress S, ksi. At Metal Temperature, °F.														
		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
Carbon Steel	A 106 B	20.0	20.0	20.0	20.0	18.9	17.3	16.5	10.8	6.5	2.5	1.0				
C - ½Mo	A 335 P1	18.3	18.3	17.5	16.9	16.3	15.7	15.1	13.5	12.7	4.	2.4				
1¼ - ½Mo	A 335 P11	20.0	18.7	18.0	17.5	17.2	16.7	15.6	15.0	12.8	6.3	2.8	1.2			
18Cr - 8Ni pipe	A 312 TP304	20.0	20.0	20.0	18.7	17.5	16.4	16.0	15.2	14.6	13.8	9.7	6.0	3.7	2.3	1.4
16Cr - 12Ni-2Mo pipe	A 312 TP316	20.0	20.0	20.0	19.3	17.9	17.0	16.3	15.9	15.5	15.3	12.4	7.4	4.1	2.3	1.3

NOTA. Tabla completa ver apéndice A tabla A-1 del ASME B31.3

Tabla 2.7 Y - Factor de corrección del espesor de pared

Materials	Temperature, °C (°F)					
	≤ 482 (900 & Lower)	510 (950)	538 (1000)	566 (1050)	593 (1100)	≥ 621 (1150 & Up)
Ferritic steels	0.4	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7
Austenitic steels	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7
Other ductile metals	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Cast iron	0.0

Con los criterios anteriores se pudo determinar el mejor diseño para las instalaciones del proyecto “Libramiento Querétaro”, conociendo ciertos parámetros (ver tabla 2.8), se pudo seleccionar el mejor *material (grado), proceso de fabricación, espesor y diámetro* de los arreglos de tuberías, los cuales se detallarán más adelante.

Tabla 2.8 Criterios base para el diseño de tuberías

- Servicios
- Composición química y densidad del fluido a manejar
- Condiciones de operación: presión y temperatura (máximas y mínimas)
- Resistencia de materiales
- Factores de diseño (ϕ, E, T, Y)
- Condiciones ambientales
- Factores de corrosión y su control

Los materiales y la tolerancia a la corrosión de las especificaciones de tubería indicadas en la tabla 2.9, han sido seleccionados teniendo en cuenta la experiencia probada y en los criterios mencionados en la tabla 2.8, estas especificaciones de tuberías se describen en la especificación 33301-P-SP-00-5008 (ver Apéndice B) y fue una ayuda en la selección de los materiales de tuberías bajo los criterios y recomendaciones que ahí se señalan.

Tabla 2.9 Especificaciones de tuberías utilizada en el proyecto.

ESPECIFICACIÓN DE TUBERÍA	ÍNDICE DE SERVICIOS	CLASE DE BRIDAS	TEMPERATURA RANGO °F (°C)	MATERIAL	TOLERANCIA A LA CORROSIÓN	CODIGO DE DISEÑO DE TUBERIAS
A1A1	PROCESO GENERAL, ACEITE LUBRICANTE, VENTEO ATMOSFÉRICO, CONDENSADOS, DRENAJE ACEITOSO, DRENAJE ABIERTO, GLICOL	CLASS 150 RF	-20/200 (28.8/93.3)	ACERO AL CARBONO	0.0625"	ASME B31.3
A1W1	AIRE DE INSTRUMENTOS, AIRE Y AGUA DE SERVICIOS	CLASS 150 RF	-20/200 (28.8/93.3)	ACERO AL CARBONO GALVANIZADO	0.0625"	ASME B31.1 ASME B31.3
B0A1	TRANSMISIÓN DE GAS, GAS COMBUSTIBLE, VENTEO A COLUMNA DE DESFOGUE	CLASS 300 RF	-20/250 (28.8/121.1)	ACERO AL CARBONO	0.0625"	ASME B31.8 D.F.=0.5
D0A1	TRANSMISIÓN DE GAS	CLASS 600 RF CLASS 600 RTJ	-20/250 (28.8/121.1)	ACERO AL CARBONO	N/A	ASME B31.8 D.F.=0.5

PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE UNA REQUISICIÓN DE MATERIALES.

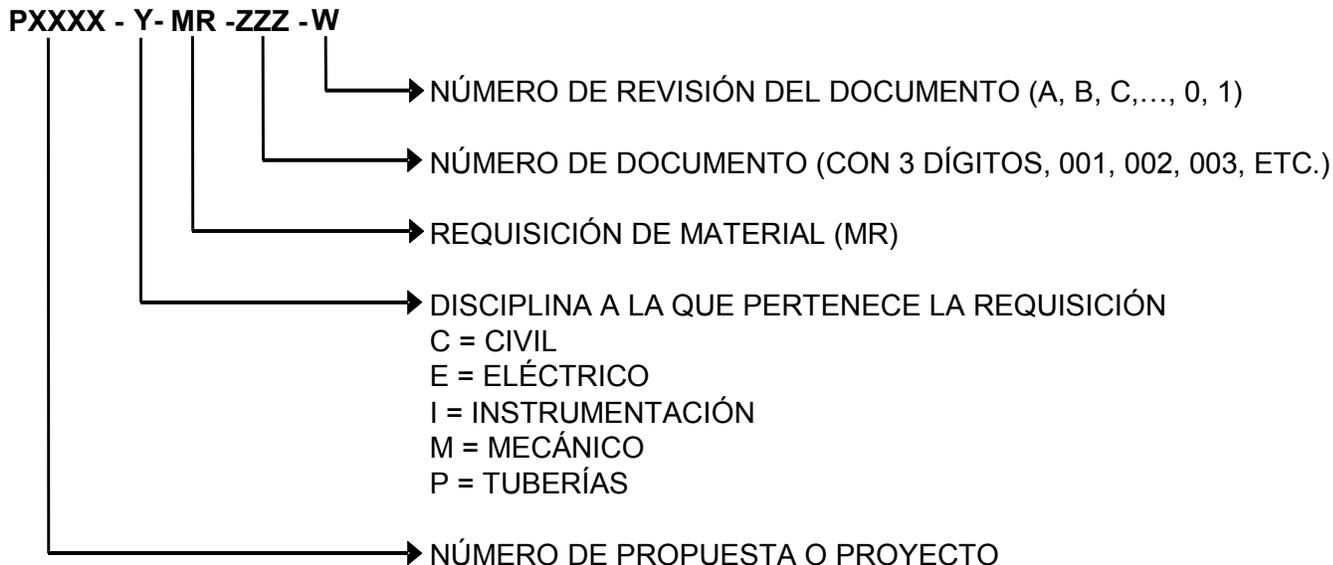
La *Requisición de Materiales* fue el documento en el cual especificué las condiciones técnicas y requerimientos que deberían ser cumplidos por el fabricante y proveedor de los componentes que conformarían el sistema de tuberías. Consideré para la estructura de la Requisición de Materiales los siguientes apartados:

A. Portada de la MR

En esta sección van indicados los siguientes datos:

- Nombre del cliente
- Número de documento
- Revisión del documento
- Número de hoja
- Localización del proyecto
- Número de contrato (cuando aplique)
- Descripción del proyecto

A continuación se muestra la forma en como numerar una MR:



B. Índice de revisiones

Revisión “A”: Para revisión y/o comentarios del Coordinador.

Revisión “B”: Una vez incorporados los comentarios del Coordinador se emite esta revisión para revisión y/o comentarios del Jefe de Proyecto, el cual una vez incorporados sus comentarios dará la instrucción de generar la revisión “0” aprobada para cotización.

Se pueden generar revisiones adicionales (C, D, etc.), dependiendo del personal involucrado en la elaboración del documento.

Revisión “0”: Esta revisión ya incluye los comentarios hechos tanto por el Coordinador como por el Jefe de Proyecto, y es emitida para enviarla a cotización por parte de las empresas externas interesadas en participar.

C. Estándares

En esta sección se indican los códigos y estándares aplicables, planos e información que ayude al mejor entendimiento de los conceptos; la elaboración de Requisiciones de Materiales, las realicé en cumplimiento con los estándares aplicables que enlisto a continuación:

American Petroleum Institute (API)

API 5L	Specification for Line Pipe
API 6D	Specification for Pipeline Valves, (Gate, Plug, Ball and Check Valves)
API 6FA	Specification for Fire Test for Valves
API 590	Steel Line Blanks
API 594	Wafer and Wafer-Lug Check Valves
API 598	Valve Inspection and Test
API 599	Steel and Ductile Iron Plug Valves
API 600	Steel Gate Valves, Flanged and Buttwelding Ends
API 602	Compact Steel Gate Valves Flanged, Threaded, Welding, Extended-Body Ends
API 607	Fire Test for Soft Seated Quarter-Turn Valves
API 609	Butterfly Valves, Lug-Type and Wafer-Type

American Society of Mechanical Engineers (ASME)

ASME B1.1	Unified Inch Screw Threads
ASME B1.20.1	Pipe Threads General Purpose
ASME B16.5	Pipe Flanges and Flanged Fittings
ASME B16.9	Factory-Made Wrought Steel Buttwelding Fittings
ASME B16.10	Face to Face and End-to-End Dimensions of Valves
ASME B16.11	Forged Steel Fittings, Socket-Weld and Threaded
ASME B16.20	Metallic Gaskets for Pipe Flanges, Ring Joint, Spiral Wound and Jacketed
ASME B16.25	Butt-Welding Ends
ASME B16.34	Steel Valves – Flanged, Threaded, and Welding End
ASME B18.2.1	Square and Hex Bolts and Screws
ASME B31.1	Power Piping
ASME B31.3	Process Piping
ASME B31.8	Gas Transmission and Distribution Piping Systems
ASME B36.10	Welded and Seamless Wrought Steel Pipe

American Society for Testing and Materials (ASTM)

ASTM A53	Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc Coated, Welded and Seamless
ASTM A105	Carbon Steel Forgings for Piping Applications
ASTM A106	Seamless Carbon Steel Pipe for High Temperature Service
ASTM A126	Gray Iron Castings for Valves, Flanges, and Pipe Fittings
ASTM A193	Alloy-Steel and Stainless Steel Bolting Materials for High Temperature Service
ASTM A194	Carbon and Alloy Steel Nuts for Bolts for High Pressure and High Temperature Service
ASTM A216	Steel Castings, Carbon, Suitable for Fusion Welding, for High-Temperature Service
ASTM A234	Pipe Fittings of Wrought Carbon Steel and Alloy Steel for Moderate and Elevated Temperatures
ASTM A350	Specification for Carbon and Low-Alloy Steel Forgings
ASTM A-694	Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Forgings for Pipe Flanges, Fittings, Valves, and Parts for High-Pressure Transmission Service.
ASTM B62	Composition Bronze or Ounce Metal Castings

Manufacturers Standardization Society (MSS)

MSS SP-6	Standard Finishes for Contact Faces of Pipe Flanges and Connecting-End Flanges of Valves & Fittings
MSS SP-25	Standard Marking System for valves, Fittings, Flanges & Unions.
MSS SP-44	Steel Pipeline Flanges
MSS SP-75	High Test Wrought BW Fittings
MSS SP-80	Bronze Gate, Globe, Angle and Check Valves
MSS SP-83	Carbon Steel Pipe Unions, Socketweld and Threaded
MSS SP-84	Valves- Socket-welding and Threaded Ends
MSS SP-97	Integrally Reinforced Forged Branch Outlet Fittings - Socket Welding, Threaded and Buttwelding Ends

National Association of Corrosion Engineers (NACE)

American Iron and Steel Institute (AISI)

Estándares de Techint

D. Lista de Materiales

D.1 Criterios para la elaboración de la lista de materiales para tuberías

Las tuberías (ver figura 2.12) son componentes de diferentes materiales que se emplean dentro de un sistema de ductos, se utilizan estructuralmente o como parte de un sistema de transporte.



Figura 2.12 Tuberías de Acero al Carbono.

El proceso de fabricación de las tuberías puede ser sin costura y con costura longitudinal recta, por lo que para los fines de la elaboración del listado de materiales consideré los siguientes criterios:

- En los sistemas de tuberías de ½" diámetro y mayores hasta 24" diámetro para las especificaciones de tubería A1A1, A1W1 y B0A1 (ver tabla 2.1), la fabricación de la tubería fue sin costura.
- En los sistemas de tuberías de ½" diámetro hasta 16" diámetro para la especificación D0A1, la fabricación de la tubería fue sin costura.
- En los sistemas de tuberías de 18" diámetro y mayores hasta 24" diámetro para la especificación D0A1, la tubería fue fabricada a partir de una placa, con costura longitudinal recta mediante soldadura de arco sumergido (SAW).

Las tuberías se fabrican con extremos planos, roscados y biselados, por lo que para los fines de la elaboración del listado de materiales consideré los siguientes criterios:

- Los sistemas de tuberías de 2" diámetro y menores fueron de extremos planos para unirse con accesorios de caja para soldar, excepto en fluidos corrosivos (A1W1).
- En los sistemas de tuberías de 3" diámetro y mayores hasta 24" diámetro, las uniones se realizaron con soldadura a tope usando tuberías con extremos biselados.
- Los sistemas de tuberías de 2" diámetro y menores para manejo de fluidos corrosivos (A1W1) fueron de extremos con rosca M NPT (National Pipe Thread) según ASME B1.20.1, para unirse con accesorios de extremo con rosca F NPT.
- Los sistemas de tuberías de 3" hasta 6" de diámetro para manejo de fluidos corrosivos, las uniones se realizaron con soldadura a tope usando tuberías con extremos biselados.

Por ningún motivo se permitió las uniones soldadas a tope entre tuberías y/o accesorios con extremos planos, ya que esta unión presenta serias deficiencias por falta de penetración de soldadura.

El material que se seleccionó para la fabricación de tuberías en el proyecto fue acero al carbono, por lo que para los fines de la elaboración del listado de materiales consideré los siguientes criterios:

- Los sistemas de tuberías de 2" diámetro y menores para las especificaciones A1A1, B0A1 y D0A1, el material empleado fue ASTM A-106 Gr. B.
- En los sistemas de tuberías de 3" diámetro y mayores hasta 24" diámetro para las especificaciones A1A1, A1W1 y B0A1, el material utilizado fue ASTM A-53 Gr. B.
- Los sistemas de tuberías de 2" diámetro y menores para manejo de fluidos corrosivos (A1W1), el material fue ASTM A-53 Gr. B Galvanizado.
- En los sistemas de tuberías de 3" diámetro hasta 10" diámetro para la especificación D0A1, el material usado fue ASTM A-106 Gr. B.
- En los sistemas de tuberías de 12" diámetro y mayores para la especificación D0A1, el material empleado fue de acuerdo con la especificación PSL-2 del API-5L.

El espesor nominal de pared que se consideró para la fabricación de las tuberías y para fines de la elaboración del listado de materiales, fue de acuerdo a la tabla 2.10

Tabla 2.10 Espesor nominal de pared para tuberías.

ESPECIFICACION DIAMETRO	A1A1	A1W1	B0A1	D0A1
24"	-	-	CED. 40 (0.688" W.T.)	0.406" W.T.
20"	-	-	CED. 40 (0.594" W.T.)	0.344" W.T.
18"	-	-	CED. 40 (0.562" W.T.)	0.375" W.T.
16"	CED. 40 (0.500" W.T.)	-	CED. 40 (0.500" W.T.)	0.375" W.T.
14"	CED. 40 (0.438" W.T.)	-	CED. 40 (0.438" W.T.)	0.375" W.T.
12"	CED. 40 (0.406" W.T.)	-	CED. 40 (0.406" W.T.)	0.375" W.T.
10"	CED. 40 (0.365" W.T.)	-	CED. 40 (0.365" W.T.)	CED. 80 (0.594" W.T.)
8"	CED. 40 (0.322" W.T.)	-	CED. 40 (0.322" W.T.)	CED. 80 (0.500" W.T.)
6"	CED. 40 (0.280" W.T.)	CED. 40 (0.280" W.T.)	CED. 40 (0.280" W.T.)	CED. 80 (0.432" W.T.)
4"	CED. 40 (0.237" W.T.)	CED. 40 (0.237" W.T.)	CED. 40 (0.237" W.T.)	CED. 80 (0.337" W.T.)
3"	CED. 40 (0.216" W.T.)	CED. 40 (0.216" W.T.)	CED. 40 (0.216" W.T.)	CED. 80 (0.300" W.T.)
2"	CED. 160 (0.344" W.T.)	CED. 80 (0.218" W.T.)	CED. 160 (0.344" W.T.)	CED. 160 (0.344" W.T.)
1 1/2"	CED. 160 (0.250" W.T.)	CED. 80 (0.200" W.T.)	CED. 160 (0.250" W.T.)	CED. 160 (0.250" W.T.)
1"	CED. 160 (0.250" W.T.)			
3/4"	CED. 160 (0.219" W.T.)			
1/2"	CED. 160 (0.188" W.T.)			

INFORMACIÓN QUE DEBE CONTENER EL LISTADO DE MATERIALES PARA TUBERÍA

Los elementos que incluí en el Listado de Materiales para Tuberías tuvieron una descripción completa, considerando como mínimo la información que indico a continuación:

- Tubería
- Diámetro nominal
- Espesor nominal de pared
- Material
- Grado
- Especificación
- Acabado de los extremos
- Longitud nominal (metros)
- Código de material
- Servicio
- Recubrimiento (Fusion-Bonded Epoxy, FBE), cuando aplique

La tabla 2.11 muestra la aplicación de los criterios anteriormente mencionados cuando elaboré el listado de materiales para tuberías en el proyecto Libramiento Querétaro; incluí la información técnica necesaria para el adecuado suministro de los materiales de tubería.

Tabla 2.11 Lista de Materiales de la MR para Tubería.

TECHINT SERVICIOS, S.A. DE C.V

Doc. 33301-P-MR-00-5032

Rev. 4

Pag. 7 DE 18



LIBRAMIENTO QUERÉTARO
REQUISICIÓN DE MATERIAL PARA TUBERÍA DE ESTACIÓN

ITEM	CANT	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CODIGO DE MATERIAL	NOTAS
14	1020	MTS	TUBERIA, 3" D.N., CED. 40, ACERO AL CARBON, ASTM A-53 GR. B, SIN COSTURA, EXTREMOS BISELADOS.	PPC0180C	1
15	12	MTS	TUBERIA, 4" D.N., CED. 80, ACERO AL CARBON, ASTM A-106 GRADO B, SIN COSTURA, DOBLE LARGO, EXTREMOS BISELADOS	PPC0014C	1
16	336	MTS	TUBERIA, 4" D.N., CED. 40, ACERO AL CARBON, ASTM A-53 GR. B, SIN COSTURA, EXTREMOS BISELADOS	PPC0182C	1
17	48	MTS	TUBERIA, 6" D.N., CED. 80, ACERO AL CARBON, ASTM A-106 GRADO B, SIN COSTURA, DOBLE LARGO, EXTREMOS BISELADOS	PPC0018C	1
18	156	MTS	TUBERIA, 6" D.N., CED. 40, ACERO AL CARBON, ASTM A-53 GR. B, SIN COSTURA, EXTREMOS BISELADOS	PPC0184C	1
19	216	MTS	TUBERIA, 8" D.N., CED. 40, ACERO AL CARBON, ASTM A-53 GR. B, SIN COSTURA, EXTREMOS BISELADOS	PPC0187C	1
20	144	MTS	TUBERIA, 16" D.N., 0.281" ESP., ACERO AL CARBON, API 5L GR. X-52 PSL2, SIN COSTURA, DOBLE LARGO, EXTREMOS BISELADOS. RECUBRIMIENTO TRICAPA CON UN PRIMER DE FBE CON UN ESPESOR MINIMO PROMEDIO DE 0.12 MM, CON UNA CAPA MINIMA DE ADHESIVO DE 0.23 MM Y UNA CAPA SUPERIOR DE POLIETILENO EXTRUIDO DE ALTA DENSIDAD DE 1.27 MM DE ESPESOR, PARA UN ESPESOR TOTAL MINIMO DE 1.63 MM. CON 4" SIN RECUBRIMIENTO EN CADA EXTREMO DEL TUBO. LA TOLERANCIA EN EL CUT-BACK DE -0/+1.	PPC0428C	1
21	168	MTS	TUBERIA, 16" D.N., CED. 40 (0.500" ESP.), ACERO AL CARBON, ASTM A-53 GR. B, SIN COSTURA, EXTREMOS BISELADOS	PPC0200C	1
22	12	MTS	TUBERIA, 20" D.N., CED. 40 (0.594" ESP.), ACERO AL CARBON, ASTM A-53 GR. B, SIN COSTURA, EXTREMOS BISELADOS	PPC0206C	1

D.2 Criterios Para La Elaboración De La Lista De Materiales Para Accesorios

Los accesorios de tubería (ver figura 2.13) son aditamentos que sirven para unir o conectar tubería. En este apartado incluyo los materiales, dimensiones, fabricación, y espesores para los diferentes accesorios, como son:

- a) Tees
- b) Tees reducción
- c) Codos de 90° RL
- d) Codos de 45° RL
- e) Reducciones concéntricas
- f) Reducciones excéntricas
- g) Tapones cachucha
- h) Tapones macho
- i) Coples
- j) Niples
- k) Swages

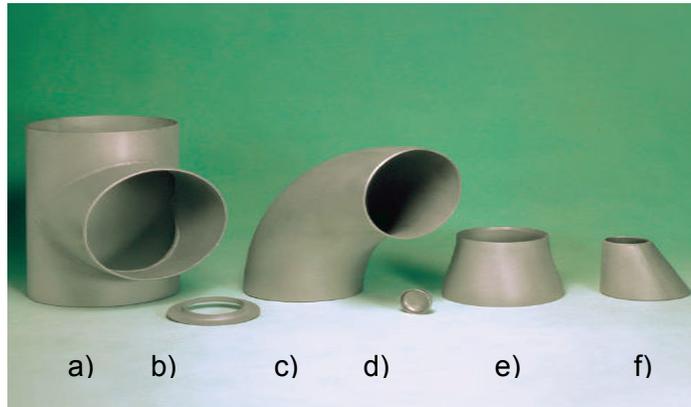


Figura 2.13 Accesorios de Tubería

De acuerdo al proceso de fabricación de los accesorios y para fines de la elaboración del listado de materiales, establecí los siguientes criterios:

- Los accesorios de ½" diámetro y mayores hasta 24" diámetro, para las especificaciones A1A1, A1W1 y B0A1, la fabricación de los accesorios fue sin costura.
- Los accesorios de ½" diámetro hasta 16" diámetro para la especificación D0A1, la fabricación de los accesorios fue sin costura.
- Los accesorios de 18" diámetro y mayores para la especificación D0A1, la fabricación de los accesorios fue con costura longitudinal.

Los extremos de los accesorios pueden ser con caja para soldar, roscados y biselados, por lo que para fines de la elaboración del listado de materiales, consideré los siguientes criterios:

- Los accesorios de 2" diámetro y menores fueron de extremos con caja para soldar, excepto en fluidos corrosivos (A1W1).
- Los accesorios de 3" diámetro y mayores hasta 24" diámetro, las uniones fueron con soldadura a tope usando accesorios con extremos biselados.
- Los accesorios de 2" diámetro y menores para manejo de fluidos corrosivos sean con extremos roscados F NPT según ASME B1.20.1.
- Los accesorios de 3" diámetro y mayores para manejo de fluidos corrosivos, las uniones fueron con soldadura a tope usando accesorios con extremos biselados.

El material que se consideró para la fabricación de accesorios fue acero al carbono, por lo que para los fines de la elaboración del listado de materiales, establecí los siguientes criterios:

- Los accesorios de 2" diámetro y menores para las especificaciones A1A1, B0A1 y D0A1, el material empleado fue ASTM A-105.

- Los accesorios de 3" diámetro y mayores hasta 24" diámetro para las especificaciones A1A1, A1W1 y B0A1, el material empleado fue ASTM A-234 Gr. WPB.
- Los accesorios de 2" diámetro y menores para manejo de fluidos corrosivos (A1W1), el material empleado fue ASTM A-105 Galvanizado.
- Los accesorios de 3" diámetro hasta 10" diámetro para la especificación D0A1, el material utilizado fue ASTM A-234 Gr. WPB.
- Los accesorios de 12" diámetro y mayores para la especificación D0A1, el material utilizado fue de acuerdo al estándar MSS-SP-75.

Los accesorios para soldar a tope fueron del mismo espesor de pared de la tubería a la que fueron conectados.

El espesor nominal de pared que se consideró para la fabricación de accesorios de tubería fue de acuerdo a la tabla 2.12

Tabla 2.12 Espesor de pared para accesorios de tuberías.

ESPECIFICACION DIAMETRO	A1A1	A1W1	B0A1	D0A1
24"	-	-	CED. 40 (0.688 W.T.)	0.406" W.T.
20"	-	-	CED. 40 (0.594 W.T.)	0.344" W.T.
18"	-	-	CED. 40 (0.562 W.T.)	0.375" W.T.
16"	CED. 40 (0.500 W.T.)	-	CED. 40 (0.500 W.T.)	0.375" W.T.
14"	CED. 40 (0.438 W.T.)	-	CED. 40 (0.438 W.T.)	0.375" W.T.
12"	CED. 40 (0.406 W.T.)	-	CED. 40 (0.406 W.T.)	0.375" W.T.
10"	CED. 40 (0.365 W.T.)	-	CED. 40 (0.365 W.T.)	CED. 80 (0.594" W.T.)
8"	CED. 40 (0.322" W.T.)	-	CED. 40 (0.322" W.T.)	CED. 80 (0.500" W.T.)
6"	CED. 40 (0.280" W.T.)	CED. 40 (0.280" W.T.)	CED. 40 (0.280" W.T.)	CED. 80 (0.432" W.T.)
4"	CED. 40 (0.237" W.T.)	CED. 40 (0.237" W.T.)	CED. 40 (0.237" W.T.)	CED. 80 (0.337" W.T.)
3"	CED. 40 (0.216" W.T.)	CED. 40 (0.216" W.T.)	CED. 40 (0.216" W.T.)	CED. 80 (0.300" W.T.)
2"	CLASE 6000#	CLASE 3000#	CLASE 6000#	CLASE 6000#
1 1/2"	CLASE 6000#	CLASE 3000#	CLASE 6000#	CLASE 6000#
1"	CLASE 6000#	CLASE 3000#	CLASE 6000#	CLASE 6000#
¾"	CLASE 6000#	CLASE 3000#	CLASE 6000#	CLASE 6000#
½"	CLASE 6000#	CLASE 3000#	CLASE 6000#	CLASE 6000#

Para las dimensiones, tolerancias, fabricación y marcado de los accesorios, consideré los siguientes criterios:

- Los accesorios de 2" diámetro y menores cumplieran con los requisitos establecidos en la especificación ASME B16.11
- Los accesorios de 3" diámetro y mayores cumplieran con los requisitos establecidos en la especificación ASME B16.9

INFORMACIÓN QUE DEBE CONTENER EL LISTADO DE MATERIALES PARA ACCESORIOS

Los elementos que incluí en el Listado de Materiales para Accesorios tuvieron una descripción completa, considerando como mínimo la información que indico a continuación:

- Tipo de accesorio
- Diámetro o diámetros nominales
- Espesor de pared o cédula o rango según aplique
- Especificación de material
- Grado
- Acabado en los extremos
- Estándar
- Recubrimiento, cuando aplique
- Servicio
- Cantidad (número de piezas)
- Código de material

En la tabla 2.13 muestro la selección final de los materiales de acuerdo a los criterios antes mencionados cuando elaboré el listado de materiales para accesorios de tubería en el proyecto Libramiento Querétaro, incluyendo la información técnica necesaria para el adecuado suministro de los materiales de tubería.

Tabla 2.13 Lista de Materiales de la MR para Accesorios de Tuberías.

TECHINT SERVICIOS, S.A. DE C.V

Doc. 33301-P-MR-00-5025

Rev. 2

Pag. 17 DE 30



LIBRAMIENTO QUERÉTARO
REQUISICIÓN DE MATERIAL PARA ACCESORIOS DE TUBERÍAS > 2"

ITEM	CANT	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CODIGO DE MATERIAL	NOTAS
91	1	PZA.	REDUCCION CONCENTRICA, 24" X 20" DIAM., CED. 40 (0.688" ESP.) X CED. 40 (0.594" ESP.), ACERO AL CARBON ASTM A234 GR. WPB, SIN COSTURA, EXTREMOS BISELADOS, ASME B16.9	GRC0270C	1
92	4	PZA.	REDUCCION EXCENTRICA, 16" X 14" DIAM., 0.375" ESP., ACERO AL CARBON MSS-SP-75 GRADO WPHY-65, EXTREMOS BISELADOS, ASME B16.9	CEC0884C	1
93	2	PZA.	TE RECTA, 3" DIAM., CED. 80 (0.300" ESP.), ACERO AL CARBON ASTM A234 GR. WPB, SIN COSTURA, EXTREMOS BISELADOS, ASME B16.9	CTC0004C	1
94	35	PZA.	TE RECTA, 3" DIAM., CED. 40 (0.216" ESP.), ACERO AL CARBON ASTM A234 GR. WPB, SIN COSTURA, EXTREMOS BISELADOS, ASME B16.9	CTC0105C	1
95	5	PZA.	TE RECTA, 4" DIAM., CED. 80 (0.337" ESP.), ACERO AL CARBON ASTM A234 GR. WPB, SIN COSTURA, EXTREMOS BISELADOS, ASME B16.9	CTC0009C	1
96	6	PZA.	TE RECTA, 4" DIAM., CED. 40 (0.237" ESP.), ACERO AL CARBON ASTM A234 GR. WPB, SIN COSTURA, EXTREMOS BISELADOS, ASME B16.9	CTC0106C	1
97	2	PZA.	TE RECTA, 8" DIAM., CED. 40 (0.322" ESP.), ACERO AL CARBON ASTM A234 GR. WPB, SIN COSTURA, EXTREMOS BISELADOS, ASME B16.9	CTC0108C	1
98	1	PZA.	TE RECTA, 24" DIAM., 0.406" ESP., MSS-SP-75, GR. WPHY-65, EXTREMOS BISELADOS, ASME B16.9	CTC0183C	1
99	10	PZA.	TE REDUCCION, 3"X3"X1 1/2" DIAM., CED. 40 (0.216" ESP.) X CED. 160, ACERO AL CARBON ASTM A234 GR. WPB, SIN COSTURA, EXTREMOS BISELADOS, ASME B16.9	CPC1450C	1
100	18	PZA.	TE REDUCCION, 3"X3"X2" DIAM., CED. 40 (0.216" ESP.) X CED. 160, ACERO AL CARBON ASTM A234 GR. WPB, SIN COSTURA, EXTREMOS BISELADOS, ASME B16.9	CPC0971C	1

D.3 Criterios Para La Elaboración De La Lista De Materiales Para Accesorios Ramal

En este apartado considero las dimensiones, fabricación, tolerancias y marcado para accesorios utilizados en conexiones ramal (ver figura 2.14), como son:

- a) Weldolets (*Ambos extremos biselados*),
- b) Sockolets (*Con un extremo para soldar a tope al cabezal y otro de caja para soldar en el extremo del ramal*),
- c) Thredolets (*Con extremo biselado para soldar al cabezal y el otro extremo roscado*).

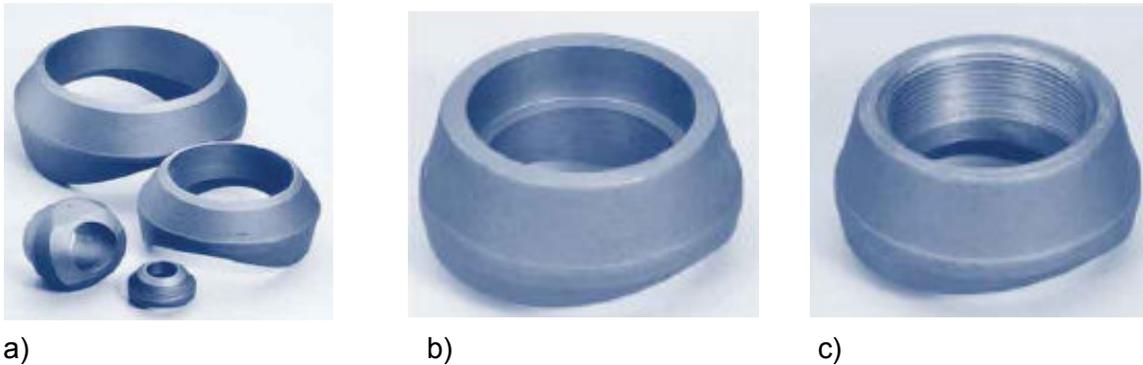


Figura 2.14 Accesorios de tubería para conexiones ramal.

El material que se consideró para la fabricación de accesorios utilizados en conexiones ramal fue acero al carbono, por lo que para los fines de la elaboración del listado de materiales establecí los siguientes criterios:

- El accesorio Sockolet para la especificación A1A1, el material empleado fue ASTM A-105.
- El accesorio Thredolet para la especificación A1W1, el material utilizado fue ASTM A-105.
- Los accesorios Sockolet y Weldolet para la especificación B0A1, el material empleado fue ASTM A-105.
- Los accesorios Sockolet, Thredolet y Weldolet para la especificación D0A1, para 10" diámetro del cabezal y menores el material utilizado fue ASTM A-105.
- Los accesorios Sockolet, Thredolet y Weldolet para la especificación D0A1, para 12" diámetro del cabezal y mayores el material considerado fue igual al de tubería (de acuerdo al estándar MSS-SP-75).

Establecí los siguientes criterios para el rango de fabricación de los accesorios utilizados en conexiones ramal:

- El accesorio Sockolet para las especificaciones A1A1, B0A1 y D0A1, el rango empleado es clase 6000#.
- El accesorio Thredolet para la especificación A1W1, el rango empleado es clase 3000#.
- El accesorio Weldolet para las especificaciones B0A1 y D0A1, el espesor de pared o cédula es igual al de la tubería (ver tabla 2.2).

Las dimensiones, tolerancias, fabricación, pruebas, tratamiento térmico y acabado para los accesorios para conexión ramal, especificué que fueran de acuerdo a lo establecido en el estándar MSS-SP-97.

INFORMACIÓN QUE DEBE CONTENER EL LISTADO DE MATERIALES PARA ACCESORIOS

Los elementos que incluí en el Listado de Materiales para Accesorios de Tuberías tuvieron una descripción completa, considerando como mínimo la información que indico a continuación:

- Tipo de accesorio (Weldolet, Sockolet o Thredolet)
- Diámetros nominales (Cabezal y Ramal)
- Espesor de pared o cédula o rango según corresponda
- Estándar
- Especificación de material
- Grado
- Recubrimiento, cuando aplique
- Cantidad (número de piezas)
- Código de material

La tabla 2.14 muestro la aplicación de los criterios antes mencionados cuando elaboré el listado de materiales para accesorios de tuberías en el proyecto Libramiento Querétaro; incluí la información técnica necesaria para el adecuado suministro de los materiales de tubería.

Tabla 2.14 Lista de Materiales de la MR para Accesorios de Tuberías.

TECHINT SERVICIOS, S.A. DE C.V



LIBRAMIENTO QUERÉTARO
REQUISICIÓN DE MATERIAL PARA ACCESORIOS DE TUBERÍAS > 2"

Doc. 33301-P-MR-00-5025

Rev. 2

Pag. 19 DE 30

ITEM	CANT	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CODIGO DE MATERIAL	NOTAS
111	1	PZA.	WELDOLET, 20" DIAM., 0.344" ESP. X 4" DIAM., CED. 80 (0.337" ESP.), ESTANDAR MSS-SP-97, MATERIAL MSS-SP-75 GRADO WPHY-65	CWC1696C	1
112	13	PZA.	WELDOLET, 20" DIAM., 0.344" ESP. X 8" DIAM., CED. 80 (0.500" ESP.), ESTANDAR MSS-SP-97, MATERIAL MSS-SP-75 GRADO WPHY-65	CWC1698C	1
113	4	PZA.	WELDOLET, 24" DIAM., 0.406" ESP. X 4" DIAM., CED. 80 (0.337" ESP.), ESTANDAR MSS-SP-97, MATERIAL MSS-SP-75 GRADO WPHY-65	CWC1707C	1
114	4	PZA.	WELDOLET, 24" DIAM., 0.406" ESP. X 6" DIAM., CED. 80 (0.432" ESP.), ESTANDAR MSS-SP-97, MATERIAL MSS-SP-75 GRADO WPHY-65	CWC1708C	1
115	2	PZA.	SOCKOLET, PLANO x 1 1/2" DIAM., ESTANDAR MSS-SP-97, CLASE 6000#, ACERO AL CARBON ASTM A -105	RSC0641C	1
116	40	PZA.	SOCKOLET, 3" x 3/4" DIAM., ESTANDAR MSS-SP-97, CLASE 6000#, ACERO AL CARBON ASTM A -105	RSC0221C	1
117	30	PZA.	SOCKOLET, 3" x 3/4" DIAM., ESTANDAR MSS-SP-97, CLASE 3000#, ACERO AL CARBON ASTM A -105	RSC0119C	1
118	4	PZA.	SOCKOLET, 3" x 1" DIAM., ESTANDAR MSS-SP-97, CLASE 6000#, ACERO AL CARBON ASTM A -105	RSC0222C	1
119	12	PZA.	SOCKOLET, 3" x 1 1/2" DIAM., ESTANDAR MSS-SP-97, CLASE 6000#, ACERO AL CARBON ASTM A -105	RSC0223C	1
120	2	PZA.	SOCKOLET, 4" x 1 1/2" DIAM., ESTANDAR MSS-SP-97, CLASE 6000#, ACERO AL CARBON ASTM A -105	RSC0227C	1

D.4 Criterios Para La Elaboración De La Lista De Materiales Para Bridas

Las bridas (ver figura 2.15) son utilizadas para conectar tuberías con equipos (bombas, intercambiadores de calor, calderas, tanques, etc.) o accesorios (codos, tees, reducciones, 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. Los tipos de bridas que se utilizaron en el proyecto fueron:

- Brida de cuello para soldar (Welding Neck Flange)
- Brida con caja para soldar (Socket Weld Flange)
- Brida Roscada (Threaded Flange)
- Brida Ciega (Blind Flange)

Los tipos de cara de bridas utilizados fueron (ver figura 2.16):

- Cara realzada (CR)
- Junta de anillo (RJ)
- Cara Plana (CP)

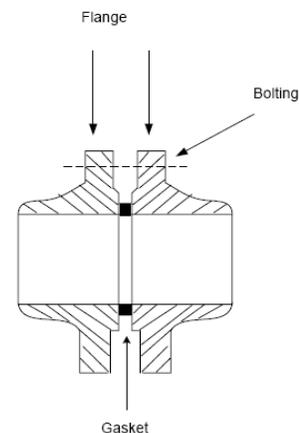


Figura 2.15 Bidas de Acero al Carbono.

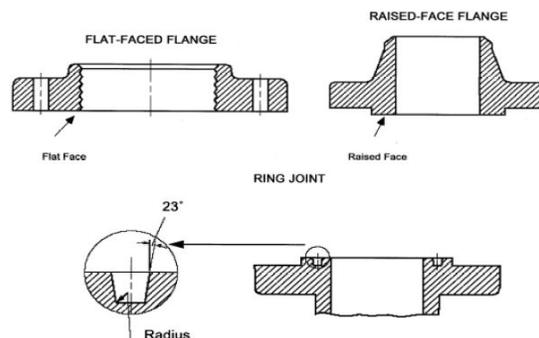


Figura 2.16 Tipo de cara de bridas en acero al carbono.

De acuerdo al tipo de brida y para los fines de la elaboración del listado de materiales consideré los siguientes criterios.

- Las bridas de 2" diámetro y menores fueron del tipo caja para soldar, excepto en fluidos corrosivos (A1W1).
- Las bridas de 3" diámetro y mayores hasta 24" diámetro se utilizaron del tipo cuello soldable.
- Las bridas de 2" diámetro y menores para manejo de fluidos corrosivos fueron del tipo roscadas.
- Las bridas de 3" diámetro y mayores para manejo de fluidos corrosivos fueron del tipo cuello soldable.
- Las bridas de cuello para soldar a tope (Wn) deben ser del mismo espesor de pared de la tubería a la que van a conectar (ver tabla 2.2).

El material que se eligió para la fabricación de bridas fue acero al carbono, por lo que para los fines de la elaboración del listado de materiales establecí los siguientes criterios:

- Las bridas para las especificaciones A1A1 y B0A1, el material empleado fue ASTM A-105.
- Las bridas de 2" diámetro y menores para manejo de fluidos corrosivos (A1W1), el material utilizado fue ASTM A-105 Galvanizado.
- Las bridas de 3" diámetro y mayores para manejo de fluidos corrosivos, el material empleado fue ASTM A-105.
- Las bridas de 1/2" diámetro hasta 10" diámetro para la especificación D0A1, el material utilizado fue ASTM A-105.

- Las bridas de 12" diámetro y mayores para la especificación D0A1, el material empleado fue de acuerdo al estándar MSS-SP-44.

La clase⁸ de las bridas cumplieron los siguientes criterios:

- Para la especificación A1A1, fue Clase ANSI 150 LBS
- Para la especificación A1W1, fue Clase ANSI 150 LBS
- Para la especificación B0A1, fue Clase ANSI 300 LBS
- Para la especificación D0A1, fue Clase ANSI 600 LBS

Para las dimensiones, tolerancias, fabricación y marcado de bridas, establecí los siguientes criterios:

- Las bridas de ½" diámetro hasta 24" diámetro cumplieron con los requisitos establecidos en la especificación ASME B16.5

El espesor nominal de pared ó Bore (diámetro interno) fue el mismo que el de la tubería a la que fueron conectados y para fines de la elaboración de la requisición de materiales, fue de acuerdo a la tabla 2.15

Tabla 2.15 Espesor y Bore para Bridas de acuerdo a la especificación.

ESPECIFICACION DIAMETRO	A1A1	A1W1	B0A1	D0A1
24"	-	-	CED. 40 (0.688" W.T.) BORE 22.624"	0.406" W.T. BORE 22.188"
20"	-	-	CED. 40 (0.594" W.T.) BORE 18.812"	0.344" W.T. BORE 19.312"
18"	-	-	CED. 40 (0.562" W.T.) BORE 16.876"	0.375" W.T. BORE 17.250"
16"	CED. 40 (0.500" W.T.) BORE 15.000"	-	CED. 40 (0.500" W.T.) BORE 15.000"	0.375" W.T. BORE 15.250"
14"	CED. 40 (0.438" W.T.) BORE 13.124"	-	CED. 40 (0.438" W.T.) BORE 13.124"	0.375" W.T. BORE 13.250"
12"	CED. 40 (0.406" W.T.) BORE 11.938"	-	CED. 40 (0.406" W.T.) BORE 11.938"	0.375" W.T. BORE 12.000"
10"	CED. 40 (0.365" W.T.) BORE 10.020"	-	CED. 40 (0.365" W.T.) BORE 10.020"	CED. 80 (0.594" W.T.) BORE 9.562"
8"	CED. 40 (0.322" W.T.) BORE 7.981"	-	CED. 40 (0.322" W.T.) BORE 7.981"	CED. 80 (0.500" W.T.) BORE 7.625"
6"	CED. 40 (0.280" W.T.) BORE 6.065"	CED. 40 (0.280" W.T.) BORE 6.065"	CED. 40 (0.280" W.T.) BORE 6.065"	CED. 80 (0.432" W.T.) BORE 5.761"
4"	CED. 40 (0.237" W.T.) BORE 4.026"	CED. 40 (0.237" W.T.) BORE 4.026"	CED. 40 (0.237" W.T.) BORE 4.026"	CED. 80 (0.337" W.T.) BORE 3.826"
3"	CED. 40 (0.216" W.T.) BORE 3.068"	CED. 40 (0.216" W.T.) BORE 3.068"	CED. 40 (0.216" W.T.) BORE 3.068"	CED. 80 (0.300" W.T.) BORE 2.900"
2"	CED. 160 (0.344" W.T.) BORE 1.687"	CED. 80 (0.218" W.T.) BORE 1.939"	CED. 160 (0.344" W.T.) BORE 1.687"	CED. 160 (0.344" W.T.) BORE 1.687"
1 1/2"	CED. 160 (0.281" W.T.) BORE 1.338"	CED. 80 (0.200" W.T.) BORE 1.500"	CED. 160 (0.281" W.T.) BORE 1.338"	CED. 160 (0.281" W.T.) BORE 1.338"
1"	CED. 160 (0.250" W.T.) BORE 0.815"			
3/4"	CED. 160 (0.219" W.T.) BORE 0.612"			
1/2"	CED. 160 (0.188" W.T.) BORE 0.464"			

Para información, las bridas ciegas son piezas completamente sólidas sin orificio para fluido y se une a las tuberías mediante el uso de espárragos, se puede colocar conjuntamente con otro tipo de brida de igual diámetro y cara. Las bridas ciegas fueron usadas al final de las tuberías en las terminaciones de bridas y válvulas.

8 Clase. Se refiere a la clasificación ANSI (American National Standards Institute) utilizada para denominar comercialmente los accesorios de tubería provistos de bridas.

INFORMACIÓN QUE DEBE CONTENER EL LISTADO DE MATERIALES PARA BRIDAS

Los elementos que incluí en el Listado de Materiales para Bridas tuvieron una descripción completa, considerando como mínimo la información que indico a continuación:

- Tipo de brida
- Diámetro nominal
- Clase
- Cara de la brida
- Material
- Grado
- Diámetro interior de la brida (Bore) o cédula
- Estándar
- Servicio
- Cantidad (número de piezas)
- Código de material

La tabla 2.16 muestran la selección final de los materiales de acuerdo a los criterios antes mencionados cuando elaboré el listado de materiales para bridas en el proyecto Libramiento Querétaro; incluí la información técnica necesaria para el adecuado suministro de los materiales de tubería.

Tabla 2.16 Lista de Materiales de la MR para Bridas.

ITEM	CANT	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CODIGO DE MATERIAL	NOTAS
57	4	PZA.	BRIDA CIEGA DE 8" DIAM., CLASE 300 LBS, CARA REALZADA, ACERO AL CARBON, ASTM A - 105, ASME B16.5	FBC0324C	1
58	2	PZA.	BRIDA DE CUELLO SOLDABLE DE 8" DIAM., CLASE 600 LBS, CARA REALZADA, ACERO AL CARBON, ASTM A - 105, BORE 7.625", ASME B16.5	FWC0765C	1
59	9	PZA.	BRIDA DE CUELLO SOLDABLE DE 8" DIAM., CLASE 300 LBS, CARA REALZADA, ACERO AL CARBON, ASTM A - 105, BORE 7.981", ASME B16.5	FWC0633C	1
60	2	PZA.	BRIDA DE CUELLO SOLDABLE DE 14" DIAM., CLASE 600 LBS, CARA REALZADA, ACERO AL CARBON, MSS-SP-44 GRADO F-52, BORE 13.250", ASME B16.5	FWC0778C	1
61	3	PZA.	BRIDA DE CUELLO SOLDABLE DE 16" DIAM., CLASE 600 LBS, RTJ, ACERO AL CARBON, MSS-SP-44 GRADO F-52, BORE 15.250", ASME B16.5	FWC0792C	1
62	3	PZA.	BRIDA DE CUELLO SOLDABLE DE 16" DIAM., CLASE 300 LBS, CARA REALZADA, ACERO AL CARBON, ASTM A - 105, BORE 15.000", ASME B16.5	FWC0637C	1
63	1	PZA.	BRIDA CIEGA DE 20" DIAM., CLASE 600 LBS, RTJ, ACERO AL CARBON, MSS-SP-44 GRADO F-65, ASME B16.5	FBC0476C	1
64	1	PZA.	BRIDA DE CUELLO SOLDABLE DE 20" DIAM., CLASE 600 LBS, RTJ, ACERO AL CARBON, MSS-SP-44 GRADO F-65, BORE 19.312", ASME B16.5	FWC0795C	1
65	2	PZA.	BRIDA DE CUELLO SOLDABLE DE 20" DIAM., CLASE 300 LBS, CARA REALZADA, ACERO AL CARBON, ASTM A - 105, BORE 18.812", ASME B16.5	FWC0639C	1
66	4	PZA.	BRIDA CIEGA DE 24" DIAM., CLASE 600 LBS, CARA REALZADA, ACERO AL CARBON, MSS-SP-44 GRADO F-65, ASME B16.5	FBC0448C	1

Doc. 33301-P-MR-00-5029

LIBRAMIENTO QUERÉTARO
REQUISICIÓN DE MATERIAL PARA BRIDAS

Rev. 2

Pag. 13 DE 24

D.5 Criterios Para La Elaboración De La Lista De Materiales Para Empaques

Los empaques para bridas (ver figura 2.17) deben garantizar total hermeticidad en los sistemas de tuberías de servicios y servicios auxiliares del proyecto.

En esta sección se incluyen los materiales, dimensiones, fabricación, acabado y tolerancias para el siguiente tipo de empaques empleados en el proyecto:

- Empaque para brida tipo CR
- Empaque para brida tipo RTJ



Figura 2.17 Empaques para Bridas.

Para los empaques de bridas del tipo cara realzada y para fines de la elaboración del listado de materiales establecí los siguientes criterios:

- Semi-metálicos,
- 1/8" Espesor,
- Espirometálicos,
- Relleno de material *no-asbesto*⁹
- Anillo metálico centrador,
- Recubierto de cadmio,
- El material metálico debe ser acero inoxidable 304,

Para los empaques de bridas del tipo RTJ y para fines de la elaboración del listado de materiales consideré los siguientes criterios:

- Sección transversal oval,
- El material debe ser de acero suave, con una dureza máxima Brinell de 90.

Lo que respecta a la clase y el tipo de empaque fue el mismo que el de la brida a la que fueron conectados, por lo que establecí los siguientes criterios:

- Para la especificación A1A1, fue Clase ANSI 150 LBS tipo Cara Realzada (CR)
- Para la especificación A1W1, fue Clase ANSI 150 LBS tipo Cara Realzada (CR)
- Para la especificación B0A1, fue Clase ANSI 300 LBS tipo Cara Realzada (CR)
- Para la especificación D0A1, fue Clase ANSI 600 LBS tipo Cara Realzada (ó Junta Tipo Anillo [RTJ], cuando aplique)

Las dimensiones, tolerancias, fabricación, pruebas y marcado de los empaques para brida tipo CR y RTJ, especifiqué que cumplieran con los requisitos establecidos en las especificaciones ASME B16.20 y ASME B16.5

⁹ **No asbesto.** Es el nombre genérico que dan los fabricantes de empaques al material de fibra mineral capilar, aglomerado con elastómeros y que tiene características al asbesto común, pero no contiene las fibras que causan cáncer pulmonar.

INFORMACIÓN QUE DEBE CONTENER EL LISTADO DE MATERIALES PARA EMPAQUES

Los elementos que incluí en el Listado de Materiales para Empaques tuvieron una descripción completa, considerando como mínimo la información que indico a continuación:

Empaques para brida tipo CR:

- Tipo de empaque
- Diámetro nominal
- Clase
- Espesor
- Especificación de material
- Características del empaque
- Estándar
- Cantidad (número de piezas)
- Código del material

Empaque para brida tipo RTJ

- Tipo de empaque
- Clase
- Sección transversal
- Diámetro nominal
- Estándar
- Especificación de material
- Características del empaque
- Número de anillo (R ##)
- Cantidad (número de piezas)
- Código de material

La tabla 2.17 muestro la aplicación de los criterios antes mencionados cuando elaboré el listado de materiales para empaques en el proyecto Libramiento Querétaro; incluí la información técnica necesaria para el adecuado suministro de los materiales de tubería.

Tabla 2.17 Lista de Materiales de la MR para Empaques.

TECHINT SERVICIOS, S.A. DE C.V



LIBRAMIENTO QUERÉTARO
REQUISICION DE MATERIAL PARA ESPÁRRAGOS Y EMPAQUES

Doc. 33301-P-MR-00-5027

Rev. 1

Pag. 15 DE 28

ITEM	CANT	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CODIGO DE MATERIAL	NOTAS
54	12	PZA	EMPAQUE, 8" DIAM., CLASE 300# C.R., 1/8" ESPESOR, A. INOX. 304, ESPIROMETALICO, RELLENO DE MATERIAL NO-ASBESTO, CON ANILLO METALICO CENTRADOR RECUBIERTO DE CADMIO, ASME/ANSI B16.5, B16.20	GSV0826C	1
55	7	PZA	EMPAQUE, 10" DIAM., CLASE 600# C.R., 1/8" ESPESOR, A. INOX. 304, ESPIROMETALICO, RELLENO DE MATERIAL NO-ASBESTO, CON ANILLO METALICO CENTRADOR RECUBIERTO DE CADMIO, ASME/ANSI B16.5, B16.20	GSV0842C	1
56	5	PZA	EMPAQUE, 16" DIAM., CLASE 600# C.R., 1/8" ESPESOR, A. INOX. 304, ESPIROMETALICO, RELLENO DE MATERIAL NO-ASBESTO, CON ANILLO METALICO CENTRADOR RECUBIERTO DE CADMIO, ASME/ANSI B16.5, B16.20	GSV0845C	1
57	3	PZA	EMPAQUE, 20" DIAM., CLASE 600# C.R., 1/8" ESPESOR, A. INOX. 304, ESPIROMETALICO, RELLENO DE MATERIAL NO-ASBESTO, CON ANILLO METALICO CENTRADOR RECUBIERTO DE CADMIO, ASME/ANSI B16.5, B16.20	GSV0847C	1
58	2	PZA	EMPAQUE, 24" DIAM., CLASE 600# C.R., 1/8" ESPESOR, A. INOX. 304, ESPIROMETALICO, RELLENO DE MATERIAL NO-ASBESTO, CON ANILLO METALICO CENTRADOR RECUBIERTO DE CADMIO, ASME/ANSI B16.5, B16.20	GSV0848C	1
59	4	PZA	EMPAQUE JUNTA DE ANILLO (RTJ), CLASE 600#, DE FORMA OVAL PARA BRIDA DE 4" D.N. ANSI-B-16-20, ACERO SUAVE DUREZA MAXIMA 90 BRINELL (R37)	GSV1126C	1
60	10	PZA	EMPAQUE JUNTA DE ANILLO (RTJ), CLASE 600#, DE FORMA OVAL PARA BRIDA DE 6" D.N. ANSI-B-16-20, ACERO SUAVE DUREZA MAXIMA 90 BRINELL (R45)	GSV1127C	1

D.6 Criterios Para La Elaboración De La Lista De Materiales Para Espárragos

En las instalaciones, se cuentan con recipientes a presión, recipientes atmosféricos, equipos dinámicos y sistemas de tuberías para servicios de alta y baja temperatura que contienen juntas bridadas que requieren para su unión el uso de espárragos y tuercas (ver figura 2.18). Tomando en cuenta que estas instalaciones son consideradas de alto riesgo en virtud de los productos que manejan, es necesario definir los criterios para la selección y especificación de espárragos y tuercas.



Figura 2.18 Espárragos para Bridas.

Para fines de la elaboración del listado de materiales establecí los siguientes criterios.

- El material de los espárragos fue de acero de alta resistencia ASTM A193 Grado B7. Las tuercas cumplieron con lo indicado en la especificación ASTM A194 Grado 2H.
- La fabricación, inspección y pruebas, tratamiento térmico y acabado para los espárragos especifiqué que cumplieran con los requisitos establecidos en la especificación ASTM A193 Grado B7 y para las tuercas fueran de acuerdo con la especificación ASTM A194 Grado 2H.
- Las dimensiones de los espárragos especifiqué que cumplieran con lo indicado en la especificación ASME B16.5 en su anexo F.
- Requerí que todos los espárragos y tuercas incluyeran recubrimiento de galvanizado.
- Especifiqué que el roscado de los espárragos fuera de acuerdo con el ASME B18.2.1, y de las tuercas de acero fuera de acuerdo con el ASME B18.2.2

INFORMACIÓN QUE DEBE CONTENER EL LISTADO DE MATERIALES PARA ESPÁRRAGOS

Los elementos que incluí en el Listado de Materiales para Espárragos tuvieron una descripción completa, considerando como mínimo la información que indico a continuación:

- Artículo requerido (espárrago y/ó tuercas)
- Especificación del material
- Grado del material
- Tratamiento térmico
- Tipo de tuercas (Hexagonal)
- Diámetro del espárrago o tuerca
- Longitud del espárrago
- Recubrimiento
- Cantidad (número de piezas)
- Código de material

La tabla 2.18 muestro la selección final de los materiales de acuerdo a los criterios antes mencionados cuando elaboré el listado de materiales para espárragos en el proyecto Libramiento Querétaro; incluí la información técnica necesaria para el adecuado suministro de los materiales de tubería.

Tabla 2.18 Lista de Materiales de la MR para Espárragos.

TECHINT SERVICIOS, S.A. DE C.V

Doc. 33301-P-MR-00-5027

Rev. 1

Pag. 17 DE 29



LIBRAMIENTO QUERÉTARO
REQUISICION DE MATERIAL PARA ESPÁRRAGOS Y EMPAQUES

ITEM	CANT	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CODIGO DE MATERIAL	NOTAS
69	160	PZA	ESPARRAGOS DE ACERO AL CARBON ASTM A-193 GR. B7, CON TRATAMIENTO TERMICO DE TEMPLE REVENIDO CON UN DIAMETRO DE 5/8" UNA LONGITUD TOTAL DE 4" CON DOS TUERCAS HEXAGONALES DE ACERO AL CARBON ASTM A-194 GR. 2H, (PARA BRIDAS 2" 300# RF). CON RECUBRIMIENTO A BASE DE ELECTRODEPOSITO DE ZINC.	BSZ1137C	1
70	270	PZA	ESPARRAGOS DE ACERO AL CARBON ASTM A-193 GR. B7, CON TRATAMIENTO TERMICO DE TEMPLE REVENIDO CON UN DIAMETRO DE 3/4" UNA LONGITUD TOTAL DE 4 1/2" CON DOS TUERCAS HEXAGONALES DE ACERO AL CARBON ASTM A-194 GR. 2H, (PARA BRIDAS 3" 300# RF). CON RECUBRIMIENTO A BASE DE ELECTRODEPOSITO DE ZINC.	BSZ1141C	1
71	110	PZA	ESPARRAGOS DE ACERO AL CARBON ASTM A-193 GR. B7, CON TRATAMIENTO TERMICO DE TEMPLE REVENIDO CON UN DIAMETRO DE 3/4" UNA LONGITUD TOTAL DE 5" CON DOS TUERCAS HEXAGONALES DE ACERO AL CARBON ASTM A-194 GR. 2H, (PARA BRIDAS 4" 300# RF). CON RECUBRIMIENTO A BASE DE ELECTRODEPOSITO DE ZINC.	BSZ1143C	1
72	80	PZA	ESPARRAGOS DE ACERO AL CARBON ASTM A-193 GR. B7, CON TRATAMIENTO TERMICO DE TEMPLE REVENIDO CON UN DIAMETRO DE 7/8" UNA LONGITUD TOTAL DE 6 1/4" CON DOS TUERCAS HEXAGONALES DE ACERO AL CARBON ASTM A-194 GR. 2H, (PARA BRIDAS 8" 300# RF). CON RECUBRIMIENTO A BASE DE ELECTRODEPOSITO DE ZINC.	BSZ1149C	1
73	160	PZA	ESPARRAGOS DE ACERO AL CARBON ASTM A-193 GR. B7, CON TRATAMIENTO TERMICO DE TEMPLE REVENIDO CON UN DIAMETRO DE 1" UNA LONGITUD TOTAL DE 7 1/4" CON DOS TUERCAS HEXAGONALES DE ACERO AL CARBON ASTM A-194 GR. 2H, (PARA BRIDAS 6" 600# RF). CON RECUBRIMIENTO A BASE DE ELECTRODEPOSITO DE ZINC.	BSZ1154C	1

D.7 Criterios Para La Elaboración De La Lista De Materiales Para Válvulas

Una válvula se puede definir como un aparato mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos. Las válvulas son unos de los instrumentos de control más esenciales en la industria (ver [apéndice C](#)). Debido a su diseño y materiales, las válvulas pueden abrir y cerrar, conectar y desconectar, regular, modular o aislar una enorme serie de líquidos y gases, desde los más simples hasta los más corrosivos o tóxicos. En orden de preferencia las válvulas que fueron utilizadas fueron de la siguiente manera (ver figura 2.19):

- a) Válvulas de bola. Las válvulas de bola son de $\frac{1}{4}$ de vuelta, en las cuales una bola taladrada gira entre asientos elásticos, lo cual permite la circulación directa en la posición abierta y corta el paso cuando se gira la bola 90° y cierra el conducto. Se recomienda para servicio de conducción y corte, sin estrangulación, cuando se requiere apertura rápida y cuando se necesita resistencia mínima a la circulación. Están diseñadas para operar totalmente abiertas o totalmente cerradas y para accionamiento poco frecuente. No se deben utilizar para regular flujos.
- b) Válvulas macho. La válvula de macho es de $\frac{1}{4}$ de vuelta, que controla la circulación por medio de un macho cilíndrico o cónico que tiene un agujero en el centro, que se puede mover de la posición abierta a la cerrada mediante un giro de 90° . Se recomienda para servicio con apertura total o cierre total, para accionamiento frecuente, para baja caída de presión a través de la válvula, para resistencia mínima a la circulación y para cantidad mínima de fluido atrapado en la tubería.
- c) Válvulas de globo. Una válvula de globo es de vueltas múltiples, en la cual el cierre se logra por medio de un disco o tapón que corta el paso del fluido en un asiento que suele estar paralelo con la circulación en la tubería. Tiene un elemento de cierre con forma de esfera y un disco horizontal. Las válvulas de globo tienen un sello circular unido axialmente a un vástago vertical y a un manubrio o volante. El asiento es un anillo perpendicular al eje de la tubería. El flujo cambia su dirección a 90 grados dos veces, de donde las pérdidas de carga que resultan son altas. Las válvulas de globo se usan normalmente en tuberías de diámetro pequeño, aunque, una variación se usa como válvula de control. Se recomienda para estrangulación o regulación de circulación, para accionamiento frecuente, para corte positivo de gases o aire y para cuando es aceptable cierta resistencia a la circulación.
- d) Válvulas de compuerta. La válvula de compuerta es de vueltas múltiples, en la cual se cierra el orificio con un disco vertical de cara plana que se desliza en ángulos rectos sobre el asiento. Se recomienda para servicio con apertura total o cierre total, sin estrangulación, para uso poco frecuente, para resistencia mínima a la circulación y para mínimas cantidades de fluido atrapado en la tubería.

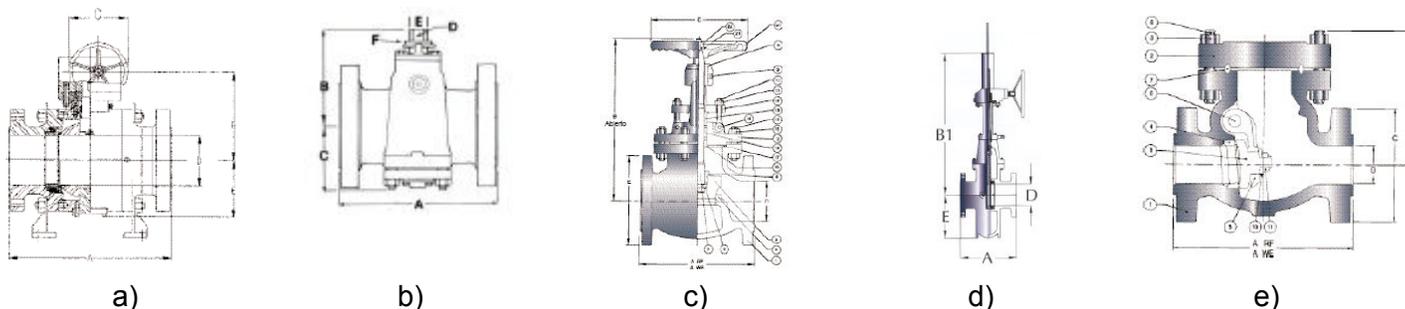


Figura 2.19 Características de las válvulas utilizadas en el proyecto.

- e) Válvulas Check / Retención. La válvula de retención esta destinada a impedir una inversión de la circulación. La circulación del líquido en el sentido deseado abre la válvula; al invertirse la circulación, se cierra. ; estas válvulas deben instalarse en posición horizontal para asegurar el cierre del disco.

Para fines de la elaboración del listado de materiales para válvulas establecí los siguientes criterios.

D.7.1 Requerimientos Generales

- Las dimensiones, tolerancias, materiales, clase, fabricación y pruebas para las válvulas del proyecto fue de acuerdo a lo establecido en el código ASME B16.34; para inspección y pruebas se cumplió con los requisitos establecidos en la especificación API 598/API 6D.
- Las válvulas para la estación de compresión fueron bridadas para líneas de Gas o de proceso de acuerdo con ASME/ANSI B16.5
- Las válvulas de seccionamiento fueron instaladas de acuerdo con el ASME B31.8, para permitir el seccionamiento del ducto y la protección de las áreas, fueron de extremos bridados tipo RTJ, bola paso completo y operadores gas-hidráulico. Fueron diseñadas para el paso de diablo¹⁰ inteligente.

D.7.2 Requerimientos de Diseño

A) Condiciones de Diseño.

- Presión de diseño máxima/mínima, temperaturas de diseño fueron indicadas en las hojas de datos de las válvulas y cumplieron con el código ASME B16.34.

B) Conexiones y Longitudes.

- Extremos Bridados: Dimensiones de bridas para válvulas de acero cumplieron con el ASME B16.5.
- Extremos Soldables: Extremos soldables para todos los tamaños de válvulas fueron de acuerdo al ASME B16.25.
- Para válvulas con terminaciones socketweld y roscadas, las dimensiones de cara a cara fue de acuerdo con el ASME B16.11.
- Dimensiones: Para válvulas bridadas las dimensiones de cara a cara fueron de acuerdo al ASME B16.10, B16.34 y API 6D.

D.7.3 Materiales de Construcción

- Todos los materiales de las válvulas fueron los adecuados para un servicio continuo.
- Se aseguró de que todos los materiales de los componentes móviles de las válvulas con recubrimiento no se dañaran y cumplieran con lo especificado en la descripción de la válvula en la MR para válvulas.

10 **Diablos.** Equipo con libertad de movimiento que es insertado en el ducto para realizar funciones de limpieza e inspección del mismo.

- En arreglos de tuberías de proceso y servicios auxiliares, no se permitió el uso de válvulas de hierro gris o dúctil (ejemplo ASTM A-126, A-436, A-439), debido a que este material es frágil y quebradizo, de baja resistencia al impacto y a la torsión.
- “La calidad mínima permitida para las válvulas fue ASTM A-216 Gr. WCB y/o ASTM A-105”

D.7.4 Operadores y Actuadores de Válvulas

- Para el operador de la válvula se consideró un maneral o volante para su operación manual de acuerdo con lo especificado en el listado de la MR.
- Para válvulas de 2” y mayores, se suministró un operador de engranes si no fue especificado actua

D.7.5 Protección y Recubrimiento

Especifiqué que las válvulas se suministrarían con una capa protectora de acuerdo con los siguientes criterios:

- La capa protectora no fuese nociva al soldar.
- La capa protectora no se aplicara a los componentes galvanizados.

Para válvulas aéreas se aplicó lo siguiente:

- Dos capas de un recubrimiento primario a base de cromato de zinc Especificación RP-2 color rojo óxido
- Una capa de recubrimiento de acabado a base de esmalte alquidálico RA-20 color blanco
- Una capa de recubrimiento de acabado RA-28 color blanco brillante

D.7.6 Sistema de Calidad

El vendedor implementó y mantuvo un programa de calidad aceptable equivalente al ISO 9000, el cual incluyó definiciones claras y procedimientos documentados para las funciones relevantes del Sistema de Calidad.

INFORMACIÓN QUE DEBE CONTENER EL LISTADO DE MATERIALES PARA VÁLVULAS

Los elementos que incluí en el Listado de Materiales para Válvulas tuvieron una descripción completa, considerando como mínimo la información que indico a continuación:

- Tipo de válvula,
- Tamaño nominal de la válvula,
- Clase y/o presión nominal,
- Conexiones de extremos (1) bridados, incluyendo los tipos de cara (realzada o junta tipo anillo); (2) soldables; (3) caja para soldar; y (4) roscadas
- Especificación del material y grado del material,
- Tipo de operador requerido (actuador neumático, engranes o palanca),

- Posición cerrada cuando se solicite,
- Sellos, en caso de no ser asiento suave,
- Soportes, si se requieren,
- Recubrimientos especiales internos o externos,
- Otros estándares para servicio de hidrocarburos y no-hidrocarburos,
- Materiales especiales para el sello,
- Condiciones especiales para válvulas si se requiere,
- Accesorios opcionales (drenes y derivaciones, dispositivos de seguridad, materiales para mecanismos de operación, lubricante sellador, etc.)
- Cantidad (número de piezas),
- Código de material

La tabla 2.19 muestro la aplicación de los criterios antes mencionados cuando elaboré el listado de materiales para válvulas en el proyecto Libramiento Querétaro.

Tabla 2.19 Lista de Materiales de la MR para Válvulas.

		LIBRAMIENTO QUERÉTARO REQUISICIÓN DE MATERIAL PARA VÁLVULAS ≤ 2"			Doc. 33301-P-MR-00-5023
					Rev. 3
					Pag. 7 DE 16
ITEM	CANT	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	CODIGO DE MATERIAL	NOTAS
17	10	PZA.	VÁLVULA DE GLOBO, 2" D.N., CLASE 800#, SOCKET WELD, A.C. FORJADO, ASTM A - 105, BB, ASIENTOS ENDURECIDOS STL 6B API TRIM 8, ASME 16.34 LAS VALVULAS DEBERAN ENTREGARSE CON EL SIGUIENTE RECUBRIMIENTO: DOS CAPAS DE RECUBRIMIENTO PRIMARIO A BASE DE CROMATO DE ZINC ESPECIFICACIÓN RP-2 COLOR ROJO ÓXIDO, UNA CAPA DE RECUBRIMIENTO DE ACABADO A BASE DE ESMALTE ALQUIDÁLICO RA-20 COLOR BLANCO Y UNA CAPA DE RECUBRIMIENTO DE ACABADO RA-28 COLOR BLANCO BRILLANTE.	VLC0648C	1
18	24	PZA.	VÁLVULA DE CHECK, 2" D.N., TIPO BOLA, CLASE 800#, SOCKET WELD, ACERO AL CARBON, ASTM A-105, ASIENTOS ENDURECIDOS STL 6B, API TRIM 8, HORIZONTAL, ASME 16.34 LAS VALVULAS DEBERAN ENTREGARSE CON EL SIGUIENTE RECUBRIMIENTO: DOS CAPAS DE RECUBRIMIENTO PRIMARIO A BASE DE CROMATO DE ZINC ESPECIFICACIÓN RP-2 COLOR ROJO ÓXIDO, UNA CAPA DE RECUBRIMIENTO DE ACABADO A BASE DE ESMALTE ALQUIDÁLICO RA-20 COLOR BLANCO Y UNA CAPA DE RECUBRIMIENTO DE ACABADO RA-28 COLOR BLANCO BRILLANTE.	VCC1197C	1
20	1	PZA	VALVULA DE BOLA 2", CLASE 300#, DIMENSIONES DE ACUERDO AL API 6D, EXTREMOS BRIDADOS, CARA REALZADA, POR ASME/ANSI B16.5, CUERPO DE AC. AL CARBON ASTM A-105, PASO COMPLETO, BOLA DE AC. AL CARBON ASTM A-105, DOBLE TRUNNION, DISPOSITIVO ANTI-ESTATICO, ASIENTOS REFORZADOS DE PTFE, VASTAGO Y ANILLOS DE ACERO AL CARBON POR API 6D TABLA 3.1 CON ENP, ACCESORIOS PARA INYECCION DE SELLANTE, ALIVIO DE PRESION AUTOMATICA, VASTAGO A PRUEBA DE EXPULSION, CON OREJAS Y SOPORTES PARA INSTALACION, PLACA DE IDENTIFICACION DE AC. INOX., PREPARADA PARA RECIBIR ACTUADOR. ACTUADOR TIPO RETORNO POR RESORTE, CONTROL LOCAL/REMOTO, CON BOMBA PARA OPERACION MANUAL, DE ACUERDO CON LA HOJA DE DATOS 33301-I-DS-2019. LAS VALVULAS DEBERAN ENTREGARSE CON EL SIGUIENTE RECUBRIMIENTO: DOS CAPAS DE RECUBRIMIENTO PRIMARIO A BASE DE CROMATO DE ZINC ESPECIFICACIÓN RP-2 COLOR ROJO ÓXIDO, UNA CAPA DE RECUBRIMIENTO DE ACABADO A BASE DE ESMALTE ALQUIDÁLICO RA-20 COLOR BLANCO Y UNA CAPA DE RECUBRIMIENTO DE ACABADO RA-28 COLOR BLANCO BRILLANTE	VBC0306C	1

E. Lista de documentos requeridos del vendedor

Es el apartado en el cual especificué el listado de documentos requeridos del vendedor los cuales se incluyeron en los Libros de Proyecto luego de haber sido aprobados, esto indicó que la documentación fue aceptada como el proveedor la envió; lo anterior permitió la transición del proyecto de la construcción a la condición de Terminación Mecánica.

Le solicité al vendedor enviara la siguiente información y adicionalmente avisar si cualquier documento requerido no aplicaba o estaba incluido en otro. La lista de documentos requeridos del vendedor fue la siguiente:

E.1 Libro De Diseño

- GENERAL. Incluye lista de excepciones y desviaciones, programa de fabricación, programa de sub-contratos, catálogos, reporte de progreso.
- ESPECIFICACIONES Y DISEÑO. Incluye P&ID, dibujos y diagramas de Instrumentación/Eléctricos, balances de calor/masa, diagramas de flujo, lista de materiales, matriz causa y efecto, filosofía de operación de sistema.
- CÁLCULOS Y HOJAS DE DATOS. Incluye hojas de datos, reportes de peso, cálculos mecánicos en recipientes y tanques a presión, cálculos para acero estructural, otros cálculos.
- ESTUDIOS DE DISEÑO. Incluye datos de desempeño, curvas de desempeño generales, curvas de desempeño de motores, turbinas, compresores y otros.
- DIBUJOS. Incluye arreglo general, listado de conexiones, diagrama de cargas y detalle de soportes, cargas aceptables en boquillas.

E.2 Libro De Certificación / Fabricación

- ESPECIFICACIONES Y PROCEDIMIENTOS. Incluye localización de soldadura, plan de pruebas no destructivas (NDE), procedimientos de soldadura, procedimientos registros de calificación, procedimientos de NDE, procedimientos de pruebas hidrostática/neumática, plan de calidad.
- DATOS DE CERTIFICACIÓN. Incluye certificado de cumplimiento código/estándar, resultados de pruebas de desempeño, reporte de pruebas de aceptación (FAT), reporte de vibración/ruido.
- CERTIFICADOS DE MATERIAL. Incluye certificados de prueba de materiales, requerimientos NACE, certificados de calificación de soldadores, certificados de calificación de operadores en NDE, resultados de pruebas de producción, registros de tratamientos térmicos/NDE/trazabilidad de materiales, datos de placa, certificados de calibración.

E.3 Libro De Operación Y Mantenimiento

- PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.
- PROCEDIMIENTOS GENERALES. Incluye procedimientos de pruebas de desempeño y funcionales, procedimientos de erección e instalación, procedimientos de pre-comisionamiento/comisionamiento, procedimiento de llenado.

- PARTES DE REPUESTO y HERRAMIENTAS ESPECIALES. Incluye lista de repuestos recomendados en puesta en marcha/comisionamiento¹¹, partes de repuesto recomendadas para dos años de operación, lista de herramientas especiales.
- REPORTE DE PESO.
- MANTENIMIENTO Y PRESERVACIÓN. Incluye procedimientos de embalaje, transporte, manejo y almacenamiento.
- MATERIALES PARA ENTRENAMIENTO. Incluye instructivos de capacitación para el personal.

Con los Libros de Proyecto y la asistencia de los representantes de los proveedores (si aplica), se verificó que las instalaciones y equipos fueran probados y arrancados en condiciones seguras y confiables.

F. Anexos

Los Documentos Anexos fue la información complementaria y selectiva que amplió y enriqueció los temas principales de la Requisición de Materiales. Para fines de la elaboración de la MR los documentos anexos que se incluyeron fueron los siguientes:

F.1 Anexos de la Requisición de Materiales para Tubería

Tabla 2.20 Documentos Anexos de la MR para Tuberías

ITEM	DOCUMENTO	NÚMERO	REV.
1	PIPE SPECIFICATION SUBMERGED ARC WELDED	TP-P-SAW-01	0
2	INSTRUCCIONES A VENDEDORES PARA LOS REQUERIMIENTOS DE DOCUMENTACIÓN	33301-MEX-ING-04	0
3	REQUERIMIENTOS DE EMPAQUE Y MARCACION	330/MEX/ING-05	0
4	COATING SPECIFICATION DETAILS	SCHEDULE D EXHIBIT 2	0
5	ESPECIFICACION DE TUBERIA SOLDADA POR ARCO SUMERGIDO	33301-P-SP-10-5006	3

F.2 Anexos de la Requisición de Materiales para Accesorios

Tabla 2.21 Documentos Anexos de la MR para Accesorios

ITEM	DOCUMENT	NUMBER	REV.
1	PIPE SPECIFICATION SUBMERGED ARC WELDED	TP-P-SAW-01	0
2	COATING SPECIFICATION DETAILS	SCHEDULE D EXHIBIT 2	
3	INSTRUCCIONES A VENDEDORES PARA LOS REQUERIMIENTOS DE DOCUMENTACIÓN	33301-MEX-ING-04	0
4	REQUERIMIENTOS DE EMPAQUE Y MARCACION	330/MEX/ING-05	0
5	ESPECIFICACIONES DE TUBERIAS	33301-P-SP-00-5008	1
6	ESPECIFICACIONES DE ACCESORIOS DE TUBERIAS > 2"	33301-P-SP-00-5013	1

F.3 Anexos de la Requisición de Materiales para Bridas

Tabla 2.22 Documentos Anexos de la MR para Bridas

ITEM	DOCUMENTO	NÚMERO	REV.
1	ESPECIFICACIÓN DE MATERIAL PARA BRIDAS > 2"	33301-P-SP-00-5015	1
2	INSTRUCCIONES A VENDEDORES PARA LOS REQUERIMIENTOS DE DOCUMENTACIÓN	33301-MEX-ING-04	0
3	REQUERIMIENTOS DE EMPAQUE Y MARCACION	330/MEX/ING-05	0
4	ESPECIFICACIÓN DE MATERIAL PARA BRIDAS ≤ 2"	33301-P-SP-00-5005	1

F.4 Anexos de la Requisición de Materiales para Empaques

Tabla 2.23 Documentos Anexos de la MR para Empaques

ITEM	DOCUMENTO	NÚMERO	REV.
1	INSTRUCCIONES A VENDEDORES PARA LOS REQUERIMIENTOS DE DOCUMENTACIÓN	33301-MEX-ING-04	0
2	REQUERIMIENTOS DE EMPAQUE Y MARCACION	330/MEX/ING-05	0

F.5 Anexos de la Requisición de Materiales para Espárragos

Tabla 2.24 Documentos Anexos de la MR para Espárragos

ITEM	DOCUMENTO	NÚMERO	REV.
1	INSTRUCCIONES A VENDEDORES PARA LOS REQUERIMIENTOS DE DOCUMENTACIÓN	33301-MEX-ING-04	0
2	REQUERIMIENTOS DE EMPAQUE Y MARCACION	330/MEX/ING-05	0

F.6 Anexos de la Requisición de Materiales para Válvulas

Tabla 2.25 Documentos Anexos de la MR para Válvulas

ITEM	DOCUMENTO	NUMERO	REV.
1	INSTRUCCIONES A VENDEDORES PARA LOS REQUERIMIENTOS DE DOCUMENTACIÓN	33301-MEX-ING-04	0
2	REQUERIMIENTOS DE EMPAQUE Y MARCACION	330/MEX/ING-05	0
3	ESPECIFICACION DE VALVULAS > 2"	33301-P-SP-00-5011	1
4	HOJAS DE DATOS DE ACTUADORES	33301-I-DS-00-2019	1

11 Comisionamiento. Es la fase correspondiente a las operaciones preliminares que preceden al arranque de la planta o del gasoducto. Involucra el ingreso de gas al sistema.

Capítulo 3. Procedimientos para el Manejo de los Materiales de Tubería mediante PUMA[®]

Para el área de materiales el programa PUMA[®] representó una herramienta para el control y manejo de los materiales de tubería. Este programa, diseñado para compañías de Ingeniería, Procura y Construcción (EPC) que trabajan en el diseño de plantas industriales como: “refinerías, plantas petroquímicas, centrales eléctricas, instalaciones de trabajos de hierro y de acero, trabajos de tratamiento de aguas, instalaciones navales, plantas farmacéuticas, instalaciones de alimento”, implementó funciones estándares para nuestro sistema de administración de materiales, representó una metodología de trabajo puesto que fue una herramienta eficaz para realizar y optimizar actividades de control y administración de los materiales de tubería; desde la creación del Piping Classes (Especificación de Tuberías), contabilización de materiales (Material Take Off), hasta procura (SAP[®]) y construcción (COSMO[®]) mediante la transferencia de su base de datos.

Sus características le permitieron al área realizar actividades de control y administración de los materiales desde un ambiente completamente integrado y a través de módulos fáciles de utilizar, produciendo una alta calidad de resultados.

Las funciones principales que utilicé de PUMA[®] fueron las siguientes:

- Elaboración y administración del Piping Classes (Especificación de Tuberías)
- Definir y optimizar las listas de fluidos y listas de líneas
- Contabilizar los materiales y emitir el MTO
- Generar y emitir las Requisiciones de Materiales
- Calcular los pesos de construcción y de erección
- Verificar los espesores e intersecciones de tubería
- Integrar con el sistema de CAD (3D)
- Integrar con el sistema de Compra – Expedición – Departamento Logístico (ERP)
- Soporte para actividades de Procura

El sistema trabajó en ambiente Microsoft Windows, por lo que para fines del proyecto se integró con MS Office, de esta manera pude importar/exportar información de y para Word y Excel.

En la figura 3.1 represento la colocación de PUMA[®] en el workflow^{®12} de ingeniería, procura y construcción; esta herramienta se integró con el sistema del área de compra, expedición y departamento logístico (mediante el SAP[®]), evitando la confusión y el riesgo de duplicar datos en el ERP existente.

¹² **Workflow[®]**. Tipo de software para automatizar las etapas de un proceso administrativo.

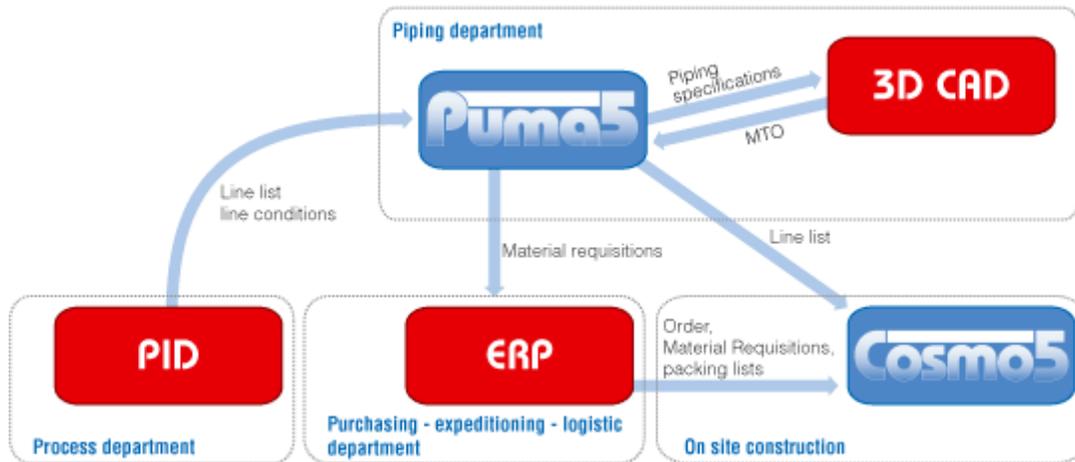


Figura 3.1 Diagrama de la Colocación de PUMA® en el Workflow de EPC.

Con la implementación de PUMA® el área de materiales obtuvo los siguientes beneficios:

- Reducción del material sobrante
- Mejorar la disponibilidad de los materiales en sitio
- Reducción de costos de materiales
- Materiales y estandarización de actividades
- Reducción de las horas-hombre del diseño
- Detección temprana de los problemas del potencial del suministro de material
- Evitar la duplicación de actividades
- Bajar los riesgos del proyecto a través de un oportuno y exacto suministro de los datos
- Bajar los costos del proyecto
- Integración con actividades de diseño en 2D y 3D

Con la utilización de los módulos de PUMA® (ver figura 3.2) cubrí todas las áreas de control y administración de los materiales de tubería; esta herramienta me permitió realizar actividades de manejo y administración de los materiales de tubería, produciendo alta calidad de resultados.

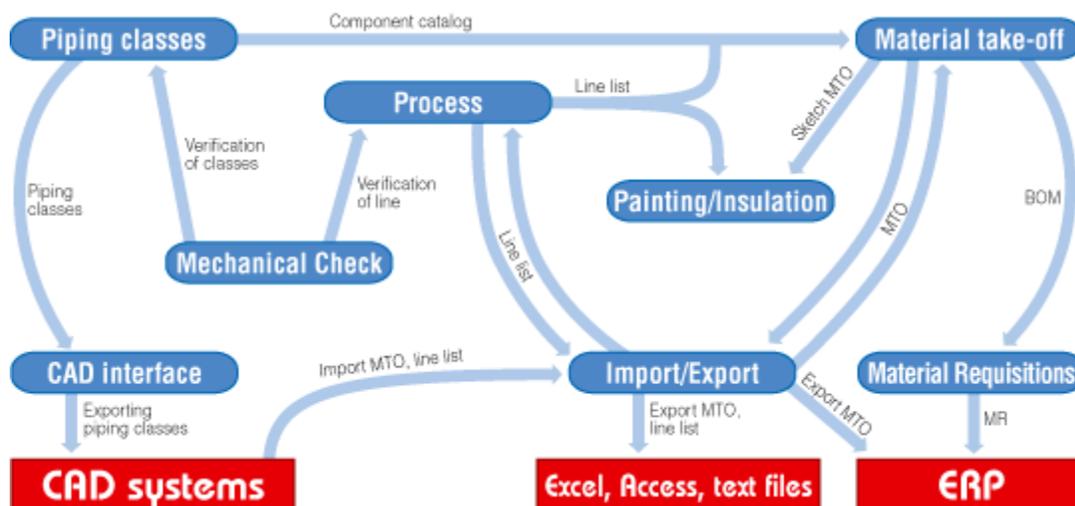


Figura 3.2 Diagrama General de PUMA®.

3.1 Generación del Piping Classes

Este módulo (*Piping Classes*) me permitió crear, controlar y administrar el Piping Classes del proyecto; incluye diccionarios para la definición de componentes, materiales, estándares de diseño, tablas de pesos y dimensiones de espárragos, etc.; manejó todos los aspectos del Piping Classes, incluyendo las tablas de ramales, ensambles, revisión del control de materiales y reportes oficiales.

Este módulo consta de varias aplicaciones que describo a continuación:

Los *Diccionarios* incluyeron toda la información básica para la definición de los componentes de tubería, por ejemplo materiales, estándares de diseño, elementos de tubería y me permitió definir nuevos componentes.

Las *Tablas* me sirvieron para definir espesores, pesos de componentes y longitudes del espárrago; así como transmitir el peso a los componentes dimensionalmente idénticos que tuvieran diferentes descripciones.

En el *Piping Classes* definí las características de cada componente de tubería para el proyecto, lo completé tomando como referencia los criterios señalados en el capítulo 2 “Manejo de materiales en la especialidad de tubería”. Además generé cada componente de tubería, que posteriormente utilicé para elaborar la base de datos del proyecto (MTO).

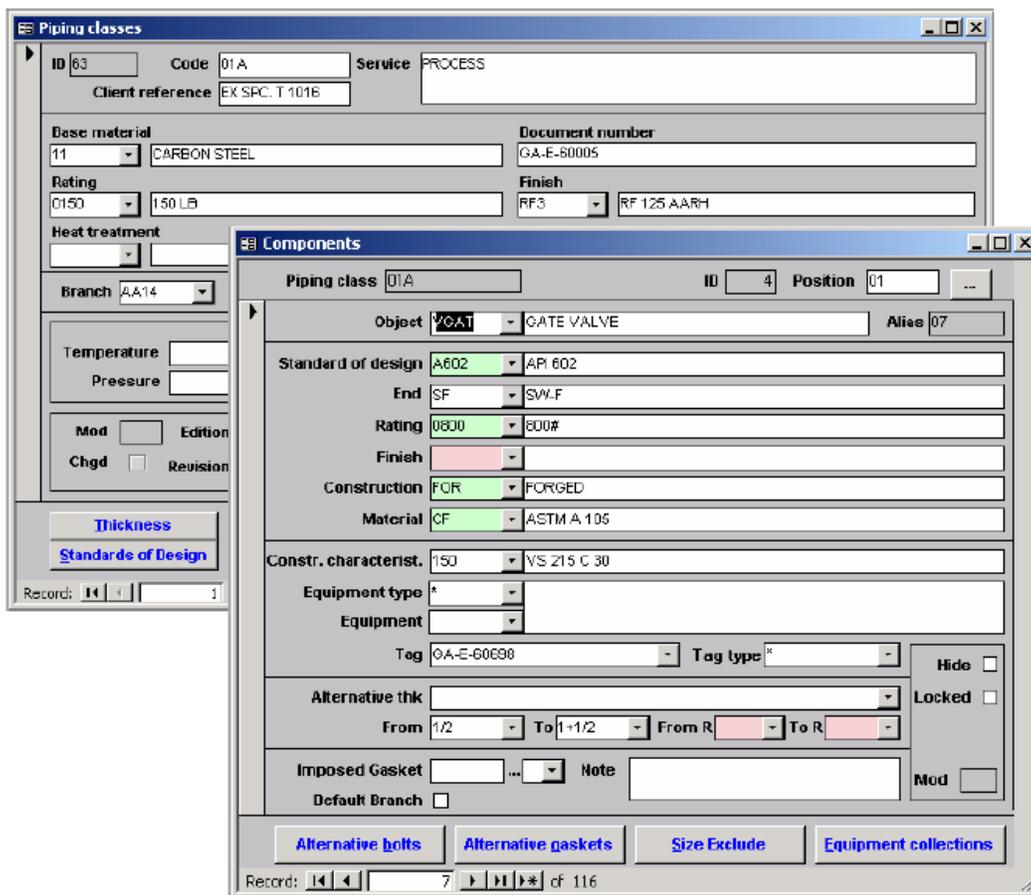


Figura 3.3 Módulo de PUMA® “Piping Classes”

Las *Tablas de Ramales* me proporcionaron las intersecciones entre cabezales y ramales, definiendo automáticamente los objetos de la intersección previstos en el Piping Classes, evitando cualquier equivocación en la importación automática del Take Off.

El *Catálogo De Componentes* lo generé automáticamente de Piping Classes, cada componente tuvo su descripción, peso, superficie y código.

En el *Ensamble* definí los componentes típicos de un arreglo estándar, como fueron: venteos, drenajes, y conexión de instrumentos.

3.2 Definición de Datos de Proceso

Este módulo (*Process*) me permitió manejar los de datos de proceso correspondientes a listas de fluidos y listas de líneas, además controlé las revisiones de las listas, el ajuste automático de datos y la generación de documentos en las diferentes fases de la ingeniería.

En la *Lista De Fluidos* definí los fluidos indicando las condiciones máximas de presión, condiciones máximas de temperatura, características principales de los componentes (p/e materiales básicos, revestimiento de clase y brida), tratamiento térmico y tipo de válvula (ver figura 3.4).

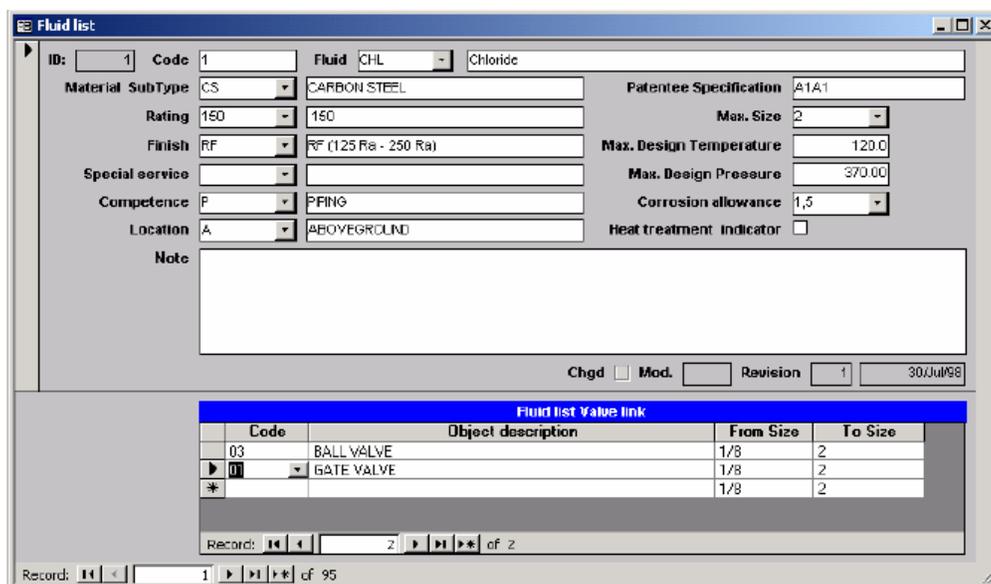


Figura 3.4 Módulo de PUMA® "Proceso – Lista de Fluidos"

En la *Lista De Líneas* elaboré vínculos entre la lista de líneas, fluidos y el piping classes para asegurar la alineación y simular las consecuencias de modificaciones a las Listas y al Take Off del Proyecto (ver figura 3.5).

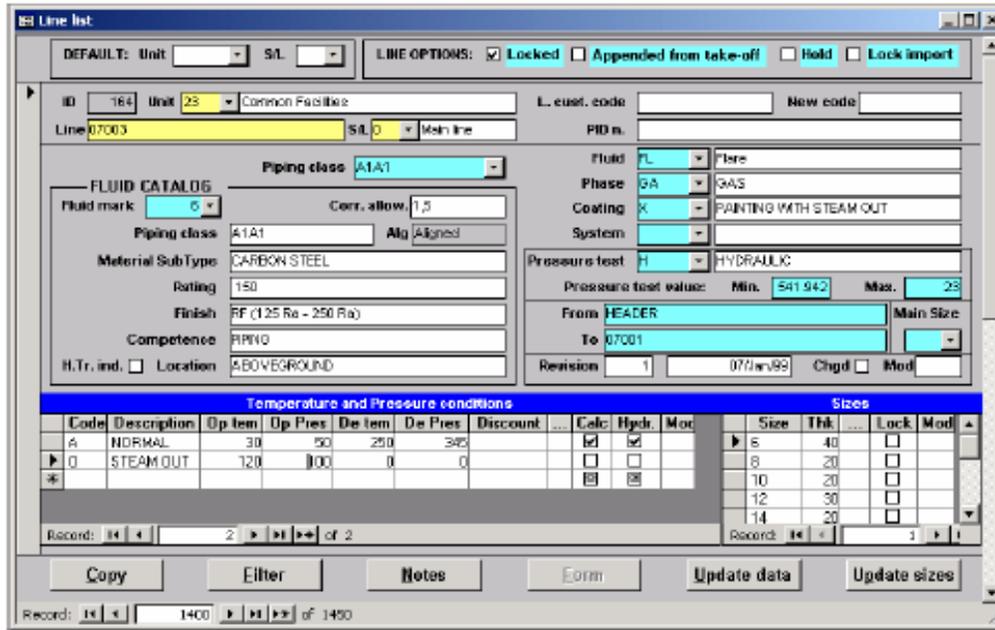


Figura 3.5 Módulo de PUMA® "Proceso – Lista de Líneas"

3.3 Contabilización de los materiales de tubería (MTO)

Este módulo (*Material Take Off*) me permitió contabilizar los materiales de tubería, elaborar informes del MTO y obtener el MTO para Procura y Construcción.

La elaboración del MTO la realicé considerando el piping class, número de línea y el isométrico del componente a cargar en la base de datos; la entrada de datos fue fácil y rápida, la realice manualmente y me permitió que los componentes fueran seleccionados directamente del Piping Class, o en algunas ocasiones fueron importados del sistema de CAD a través de interfaces de importar / exportar (ver figura 3.6)

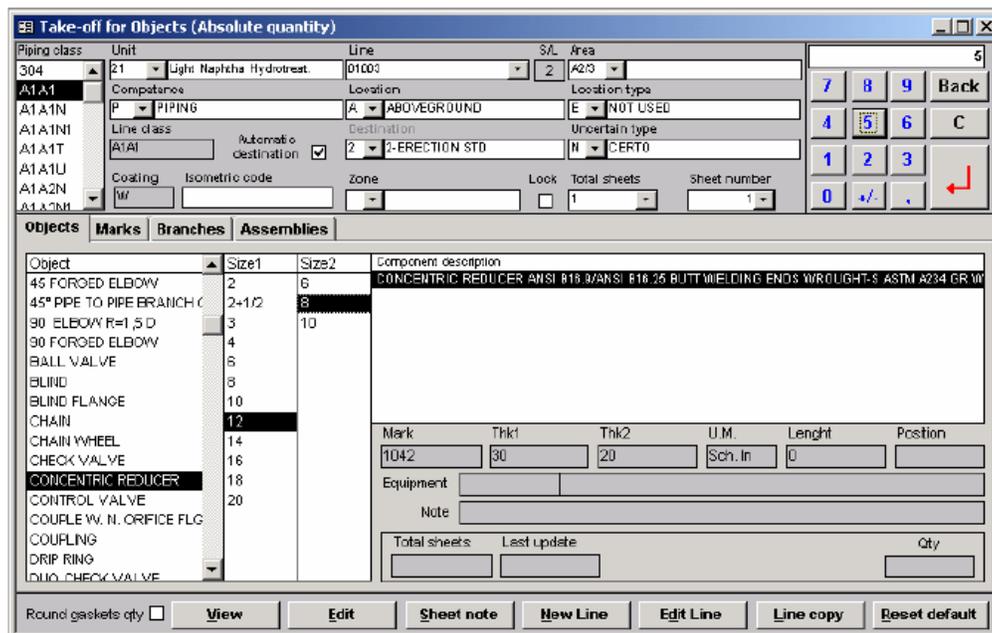


Figura 3.6 Módulo de PUMA® "Take Off"

Otra aplicación de este módulo fue la *comprobación del MTO*, donde las variaciones en las cantidades de los componentes de tubería debido a las revisiones del Piping Classes fueron automáticamente registradas y aumentadas; de esta manera garanticé la consistencia en el MTO, el Piping Classes y las Requisiciones de Materiales del proyecto.

Las *Tablas de Excedentes* me permitieron crear y aplicar tablas de excedentes, que aumentaron automáticamente las cantidades de los materiales calculados para balancear el desecho de construcción y erección.

La *Historia Del MTO* me permitió hacer revisiones del MTO en las diferentes etapas del proyecto y hacer comparaciones entre ellos. Esta característica me permitió la detección temprana de problemas en el control de materiales y me simplificó el rastreo de cambios.

3.4 Generar, manejar y transferir Requisiciones de Materiales

Este módulo (*Material Requisition*) me permitió elaborar y manejar las requisiciones de materiales de los componentes que conformarán el sistema de tuberías, se consideraron como las listas de materiales necesarias para la ejecución del proyecto, las utilicé como documentos internos de la compañía y para transferir su base de datos al sistema de ERP (el SAP®), para su administración y control del área de suministros.

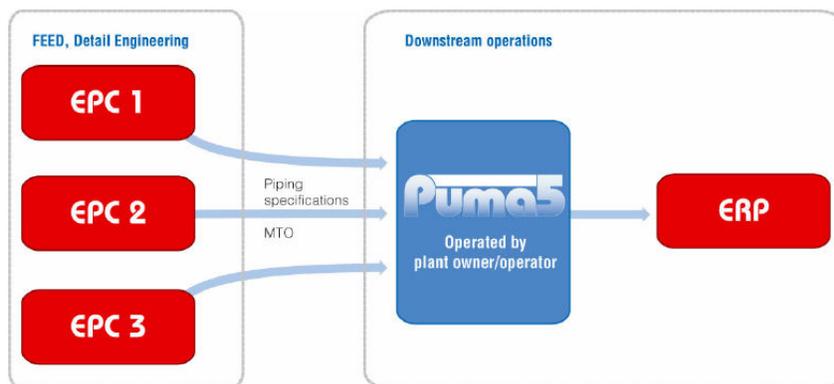


Figura 3.7 Diagrama de Flujo de PUMA® y su relación con el área de Ingeniería y Suministros.

Mediante este módulo pude generar automáticamente las Requisiciones de Materiales directamente del Material Take Off; los listados de los componentes de tuberías fueron organizados en categorías de acuerdo a lo indicado en el capítulo 3 (p/e Tuberías, Accesorios, Bridas, Empaques, Espárragos y Válvulas) e igualaron también en condiciones técnicas y requerimientos.

Antes de emitir alguna requisición de materiales, indiqué el número de MR/SAP® desde PUMA®, por ejemplo 014MT10403 y las cantidades del MTO en algunas ocasiones las modifiqué manualmente para redondearlas y así tener cantidades comercialmente disponibles (p/e tubería en longitud de 6 o 12 metros).

También me fue posible emitir requisiciones de materiales para componentes todavía no incluidos en el Take-Off; asimismo, este módulo me permitió seleccionar el método para manejar deltas, hacer revisiones de requisiciones existentes, emitir nuevas requisiciones o una mezcla de ambos y generar múltiples

requisiciones de materiales para los mismos componentes, si la adquisición de materiales se prolongaba un cierto plazo.

En este módulo se encuentran las operaciones básicas necesarias con las cuales elaboré las requisiciones de materiales del proyecto, siendo estas las siguientes:

A. Preparación De La Requisición

Con esta función pude crear los requerimientos para la elaboración de la Requisición de Material, esta función generó la diferencia algebraica entre las cantidades del take-off y las cantidades de la MR. Esta información la almacené en una tabla en la base de datos del proyecto y la usé para la generación de la requisición de material.

La *preparación de la requisición de material* la necesité cuando:

- Modifiqué el Take Off (p/e los componentes grabados fueron agregados, borrados o modificados)
- Borré ó modifiqué alguna requisición de material.

B. Generación De La Requisición

Utilizando esta función pude revisar cualquier información requerida para emitir la MR y me permitió tener actualizados mis requerimientos.

La emisión de la MR la realicé usando los datos actualizados y requeridos de los componentes presentes en el take-off o MR. Pude crear diferentes MR's para mismos componentes, asignando diferentes números de requisición SAP® (ver figura 3.8).

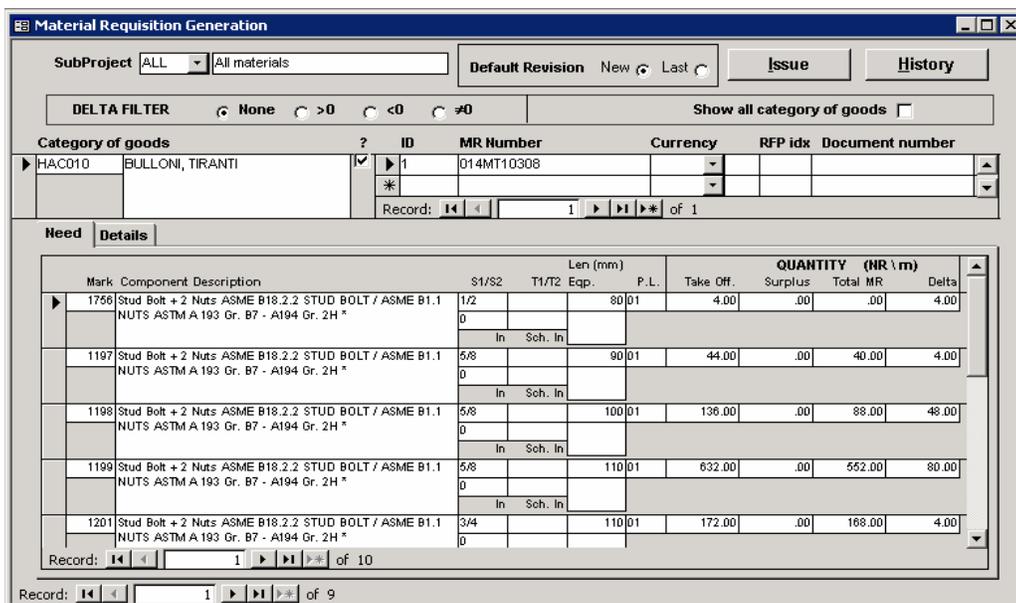


Figura 3.8 Módulo de PUMA® "Material Requisition – Generación de una MR"

C. Emisión De La Requisición

Con esta función emití las Requisiciones de Materiales, pude seleccionar los componentes y las cantidades a ser emitidas; indiqué los números de MR/SAP® desde PUMA®; utilicé el filtro delta que significa la cantidad del Take Off contra la cantidad de la MR, pude seleccionar solamente los componentes que presentaron cantidad en la MR diferente de la cantidad del Take Off, especifiqué la revisión de la Requisición de Material, modifiqué la cantidad a ser emitida (si era necesario) y finalicé la emisión (ver figura 3.9).

Mark	Component Description	S1/S2	T1/T2	Len (mm) Eq.	P.L.	Take Off	Surplus	QUANTITY (HR \ m)			Qty	Sign
								MR	Delta	Manual		
8	Pipe ASME B36.10 BE Seamless ASTM A 53 Gr. B	2	3.91		0 ES	309.90	.00	204.00	105.90	105.90	309.90	✓
				In mm								
25	Pipe ASME B36.10 BE Seamless ASTM A 53 Gr. B	2	5.54		0 ES	1.80	.00	6.00	-4.20	-4.20	1.80	□
				In mm								
9	Pipe ASME B36.10 BE Seamless ASTM A 53 Gr. B	3	5.49		0 ES	903.40	.00	900.00	3.40	3.40	903.40	✓
				In mm								
10	Pipe ASME B36.10 BE Seamless ASTM A 53 Gr. B	4	6.02		0 ES	394.60	.00	78.00	316.60	316.60	394.60	✓
				In mm								
32	Pipe ASME B36.10 BE Seamless ASTM A 53 Gr. B	4	8.56		0 ES	6.40	.00	12.00	-5.60	-5.60	6.40	□
				In mm								
11	Pipe ASME B36.10 BE Seamless ASTM A 53 Gr. B	6	7.11		0 ES	402.20	.00	36.00	366.20	366.20	402.20	✓
				In mm								
34	Pipe ASME B36.10 BE Seamless ASTM A 53 Gr. B	6	10.97		0 ES	41.40	.00	42.00	-6.00	-6.00	41.40	□
				In mm								
12	Pipe ASME B36.10 BE Seamless ASTM A 53 Gr. B	8	6.35		0 ES	1,367.10	.00	1,368.00	-9.00	-9.00	1,367.10	□
				In mm								
3552	Pipe ASME B36.10 BE Seamless ASTM A 53 Gr. B	8	10.31		0 ES	5.00	.00	6.00	-1.00	-1.00	5.00	□
				In mm								
13	Pipe ASME B36.10 BE Seamless ASTM A 53 Gr. B	10	6.35		0 ES	1,546.70	.00	1,548.00	-1.30	-1.30	1,546.70	□
				In mm								

Figura 3.9 Módulo de PUMA® “Material Requisition – Emisión de una MR”.

D. Transferencia Del MTO E Interfase Con SAP®

Este módulo (*Import/Export*) me permitió exportar/transferir las requisiciones de materiales elaboradas en PUMA® al sistema SAP® del área de suministros para su administración y control. Para exportar los datos de PUMA® hacia SAP®, realicé lo siguiente:

- Generé una descripción breve para los componentes de tubería desde PUMA®
- Generé la misma descripción en idioma español desde PUMA®
- Actualicé el Catalogo de Componentes, mediante las funciones Check/Preview/Add Ítems/Update Ítems) en el orden que aparecen (ver figura 3.10)

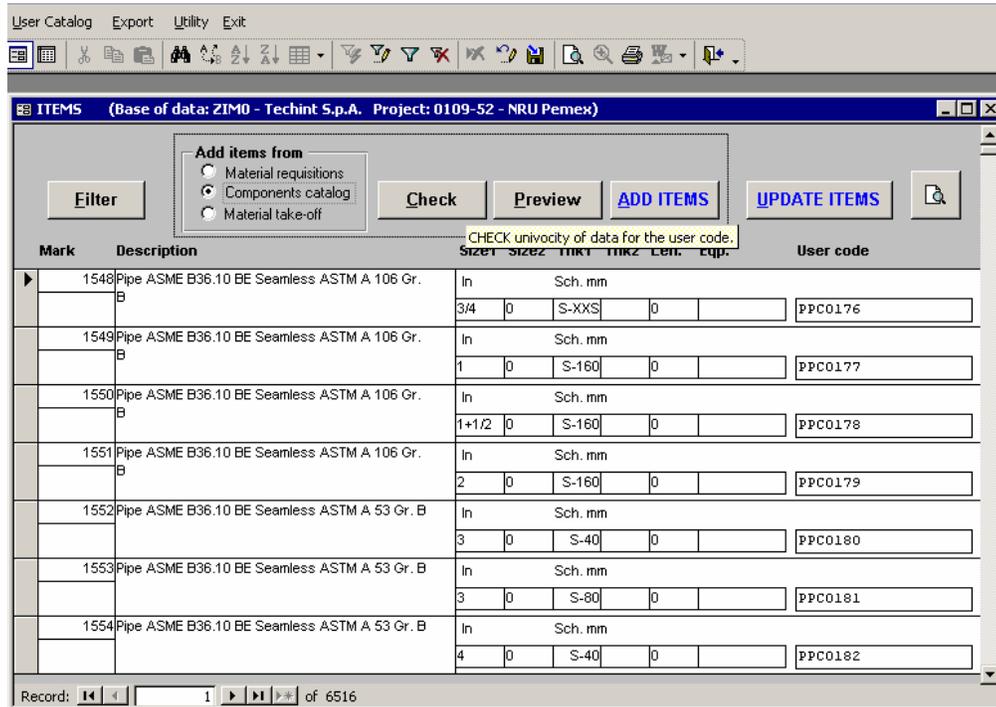


Figura 3.10 Actualización del Catálogo de Componentes.

- Establecí los parámetros del Proyecto y de las MR's, este registro fue necesario para el correcto funcionamiento de la interface (ver figura 3.11).

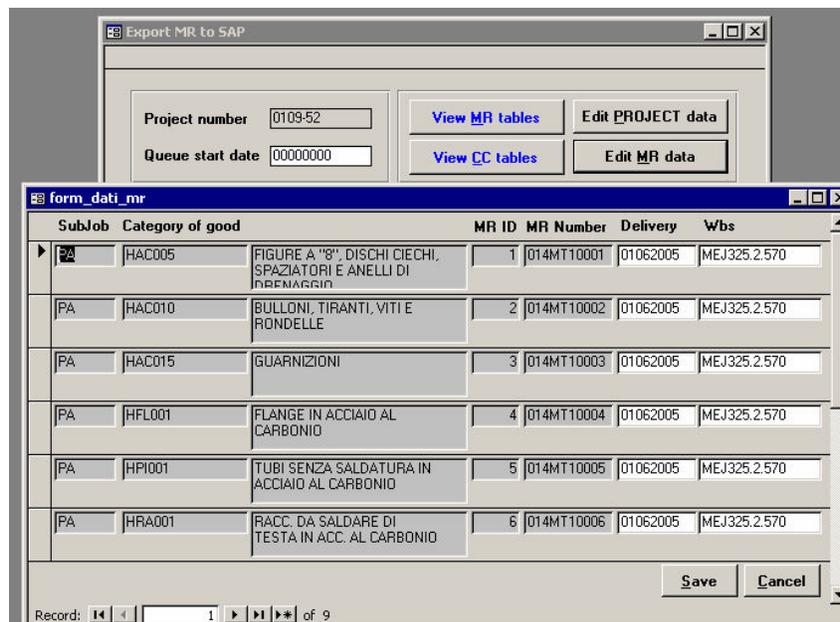


Figura 3.11 Establecimiento de los Parámetros del Proyecto.

- Finalmente mediante la función *Export MR To SAP*® transferí las MR's al sistema SAP® (ver figura 3.12).

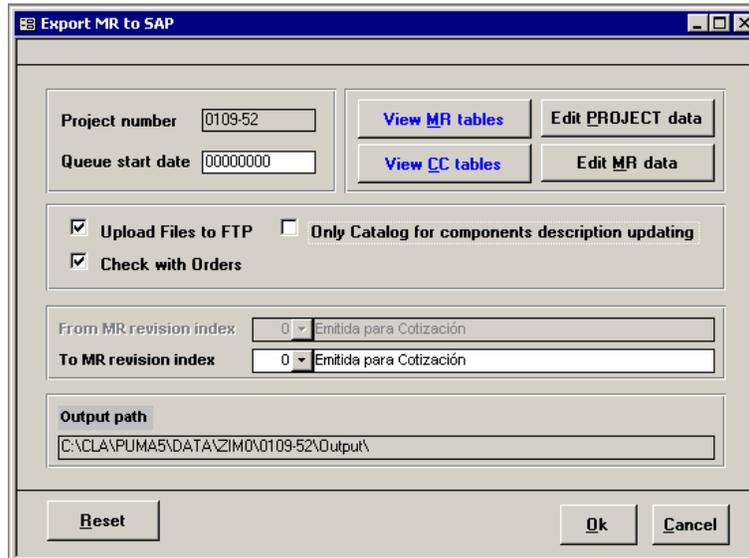


Figura 3.12 Exportación de MR's a SAP®.

Como lo mencioné, la requisición de materiales generada en PUMA® fue utilizada como documento interno y para transferir su información al sistema SAP®; las figuras 3.13 – 3.19 muestran la aplicación de los criterios y procedimientos antes mencionados cuando elaboré las Requisiciones de Materiales desde PUMA®, incluí toda la información técnica necesaria para el suministro de materiales y se igualaron los requerimientos técnicos con los listados de materiales descritos en el capítulo 2.

Visualizar impresión para SF6A página 00002 de 00004

TECHINT S.A. de C.V.

Requisición Fecha de impresión el 15.11.2007 a las 10:37:48
pag. 2/4

Proyecto: MEJ329
Requisición N°: 014MT10303 Rev. N° 000 del 30.11.2005
Rev. N° 004 del 06.10.2006 Autorizada

Item	Cantidad	Unidad	Budget unitario USD	Budget Total USD	Fecha de Entrega	Orden de compra N° Item	Cantidad Comprada	Fase
00020 Descripción resumida Descripción completa 10" 4.78 Pipe BE 5L X65 Tubo ASME B36.10 EB S.A.W. API 5L Gr. X65 - Size 10" - Thk 0.188"	12	M	0.00		02.05.2006	4570000390 00010	12.000	MEJ329.3.300
Cantidad pendiente de compra:							0	
00030 Familia Código HP1005 - TUBOS C/S A/CARB PPC0400C - 10" 4.78 Pipe BE 5L X65	132	M	0.00		02.05.2006	4570000559 00010	132.000	MEJ329.3.300
Cantidad pendiente de compra:							0	
00040 Familia Código HP1005 - TUBOS C/S A/CARB PPC0407C - 16" S-20 Pipe BE 5L X65	24	M	0.00		02.05.2006	4570000611 00010	24.000	MEJ329.3.300
Cantidad pendiente de compra:							0	
00050 Familia Código HP1005 - TUBOS C/S A/CARB PPC0414C - 24" 10.31 Pipe BE 5L X65	96	M	0.00		02.05.2006	4570000390 00020	96.000	MEJ329.3.300
Cantidad pendiente de compra:							0	
24" 10.31 Pipe BE 5L X65 Tubo ASME B36.10 EB S.A.W. API 5L Gr. X65 - Size 24" - Thk 0.406"								

Figura 3.13 Requisición De Material Para Tuberías Elaborada en PUMA® y Transferida a SAP®

Visualizar impresión para SF6A página 00010 de 00030

TECHINT S.A. de C.V.

Requisición Fecha de impresión el 15.11.2007 a las 10:12:57
pag. 10/30

Proyecto: MEJ330
Requisición N°: 014MT10404 Rev N° 000 del 15.05.2006
Rev N° 002 del 18.07.2006 Autorizada el 12.08.2006

Item	Cantidad	Unidad	Budget unitario USD	Budget Total USD	Fecha de Entrega	Orden de compra N° Item	Cantidad Comprada	Fase
00260 Descripción resumida Familia HRA001 - CONECTOR S/C A/CAR. Código CRC0970C - 24" x 16" Red Con BE WPHY65	2.000	NO	0.00		19.06.2006	4570000496 00120	2.000	MEJ330.3.320
Descripción completa 24" x 16" Red Con BE WPHY65 Red Conc ASME B16.9 EB Wrought S MSS SP-75 WPHY 65 - Size 24" x 16" - Thk 0.406 x S-STD							Cantidad pendiente de compra: 0.000	
00270 Descripción resumida Familia HRA001 - CONECTOR S/C A/CAR. Código CEC0828C - 24" x 12" Red Ecc BE WPHY65	1.000	NO	0.00		19.06.2006	4570000496 00210	1.000	MEJ330.3.320
Descripción completa 24" x 12" Red Ecc BE WPHY65 Red Ecc EB Wrought S MSS SP-75 WPHY 65 - Size 24" x 12" - Thk 0.406 x S-STD							Cantidad pendiente de compra: 0.000	
00280 Descripción resumida Familia HRA001 - CONECTOR S/C A/CAR. Código CPC1114C - 20" x 14" Red Tee BE WPHY65	6.000	NO	0.00		19.06.2006	4570000496 00130	6.000	MEJ330.3.320
Descripción completa 20" x 14" Red Tee BE WPHY65 Te Red ASME B16.9 EB Wrought S MSS SP-75 WPHY 65 - Size 20" x 14" - Thk 0.344 x S-STD							Cantidad pendiente de compra: 0.000	

Figura 3.14 Requisición De Material Para Accesorios Elaborada en PUMA® y Transferida a SAP®

Visualizar impresión para SF6A página 00012 de 00012

TECHINT S.A. de C.V.

Requisición Fecha de impresión el 15.11.2007 a las 10:14:20
pag. 12/12

Proyecto: MEJ330
Requisición N°: 014MT10405 Rev N° 000 del 15.05.2006
Rev N° 001 del 18.05.2006 Autorizada el 12.08.2006

Item	Cantidad	Unidad	Budget unitario USD	Budget Total USD	Fecha de Entrega	Orden de compra N° Item	Cantidad Comprada	Fase
00370 Descripción resumida Familia HRA020 - CONECTOR SWTHD A/C Código RSC0694C - 24" x 2" Socket 6000# WPHY65	4.000	NO	0.00		19.06.2006	4570000646 00210	4.000	MEJ330.3.320
Descripción completa 24" x 2" Socket 6000# WPHY65 Socket MSS SP-97 SW 6000# Forged MSS SP-75 WPHY 65 - Size 24" x 2"							Cantidad pendiente de compra: 0.000	
00380 Descripción resumida Familia HRA020 - CONECTOR SWTHD A/C Código RHC0417C - 8" x 3/4" Thredolet 6000# A105	12.000	NO	0.00		19.06.2006	4570000646 00220	12.000	MEJ330.3.320
Descripción completa 8" x 3/4" Thredolet 6000# A105 Thredolet MSS SP-97 ROSC-H 6000# Forged ASTM A 105 - Size 8" x 0.75"							Cantidad pendiente de compra: 0.000	
00390 Descripción resumida Familia HRA020 - CONECTOR SWTHD A/C Código RHC0421C - 10" x 3/4" Thredolet 6000# A105	12.000	NO	0.00		19.06.2006	4570000646 00230	12.000	MEJ330.3.320
Descripción completa 10" x 3/4" Thredolet 6000# A105 Thredolet MSS SP-97 ROSC-H 6000# Forged ASTM A 105 - Size 10" x 0.75"							Cantidad pendiente de compra: 0.000	

Figura 3.15 Requisición De Material Para Accesorios Elaborada en PUMA® y Transferida a SAP®

Visualizar impresión para SF6A página 0008 de 00026

TECHINT S.A. de C.V.

Requisición Fecha de impresión el 15.11.2007 a las 10:11:05
pag. 8/26

Proyecto: MEJ330
Requisición N°: 014MT10403 Rev N° 000 del 15.05.2006
Rev N° 002 del 09.08.2006 Autorizada el 12.08.2006

Item	Cantidad	Unidad	Budget unitario USD	Budget Total USD	Fecha de Entrega	Orden de compra N° Item	Cantidad Comprada	Fase
00200 Descripción resumida Descripción completa Familia Código	22.000	NO	0.00		16.05.2006	4570000479 00190	22.000	MEJ330.3.320
HFL001 - BRIDAS EN A.C. CARBON FWC0778C - 14" S-STD Flg WN 600# RF WPHY65 14" S-STD Flg WN 600# RF WPHY65 Brida WN MSS SP-44 - 600 LB Raised Face Forged MSS SP-75 WPHY 65 - Size 14" - Thk. S-STD Cantidad pendiente de compra: 0.000								
00210 Descripción resumida Descripción completa Familia Código	37.000	NO	0.00		16.05.2006	4570000479 00200	37.000	MEJ330.3.320
HFL001 - BRIDAS EN A.C. CARBON FWC0779C - 16" S-STD Flg WN 600# RF WPHY65 16" S-STD Flg WN 600# RF WPHY65 Brida WN MSS SP-44 - 600 LB Raised Face Forged MSS SP-75 WPHY 65 - Size 16" - Thk. S-STD Cantidad pendiente de compra: 0.000								
00220 Descripción resumida Descripción completa Familia Código	8.000	NO	0.00		16.05.2006	4570000479 00210	8.000	MEJ330.3.320
HFL001 - BRIDAS EN A.C. CARBON FWC0659C - 20" 8.74 Flg WN 600# RF WPHY65 20" 8.74 Flg WN 600# RF WPHY65 Brida WN MSS SP-44 - 600 LB Raised Face Forged MSS SP-75 WPHY 65 - Size 20" - Thk. 0.344 Cantidad pendiente de compra: 0.000								

Figura 3.16 Requisición De Material Para Bridas Elaborada en PUMA® y Transferida a SAP®

Visualizar impresión para SF6A página 0008 de 00008

TECHINT S.A. de C.V.

Requisición Fecha de impresión el 15.11.2007 a las 10:23:37
pag. 8/8

Proyecto: MEJ329
Requisición N°: 014MT10300 Rev N° 000 del 30.11.2005
Rev N° 001 del 01.12.2005 Autorizada el 08.08.2006

Item	Cantidad	Unidad	Budget unitario USD	Budget Total USD	Fecha de Entrega	Orden de compra N° Item	Cantidad Comprada	Fase
00200 Descripción resumida Descripción completa Familia Código	2.000	NO	0.00		01.03.2006	4570000613 00090	2.000	MEJ329.3.300
HAC015 - EMPAJES GSV0841C - 8" Gsk Spiral 600# 304 Grap 8" Gsk Spiral 600# 304 Grap Empaq Espiromet ASME B16.20 BW 600 LB Raised Face _ AISI 304 SPIRAL WOUND-GRAPHITE Thk. 3mm - Size 8" Cantidad pendiente de compra: 0.000								
00210 Descripción resumida Descripción completa Familia Código	4.000	NO	0.00		01.03.2006	4570000613 00100	4.000	MEJ329.3.300
HAC015 - EMPAJES GSV0843C - 16" Gsk Spiral 600# 304 Grap 16" Gsk Spiral 600# 304 Grap Empaq Espiromet ASME B16.20 BW 600 LB Raised Face _ AISI 304 SPIRAL WOUND-GRAPHITE Thk. 3mm - Size 16" Cantidad pendiente de compra: 0.000								
00220 Descripción resumida Descripción completa Familia Código	10.000	NO	0.00		01.03.2006	4570000613 00110	10.000	MEJ329.3.300
HAC015 - EMPAJES GSV0840C - 24" Gsk Spiral 600# 304 Grap 24" Gsk Spiral 600# 304 Grap Empaq Espiromet ASME B16.20 BW 600 LB Raised Face _ AISI 304 SPIRAL WOUND-GRAPHITE Thk. 3mm - Size 24" Cantidad pendiente de compra: 0.000								

Figura 3.17 Requisición De Material Para Accesorios Elaborada en PUMA® y Transferida a SAP®

Visualizar impresión para SF6A página 0003 de 0005

TECHINT S.A. de C.V.

Requisición Fecha de impresión el 15.11.2007 a las 10:27:53
pag. 3/5

Proyecto: MEJ329
Requisición N°: 014MT10308 Rev. N° 000 del 11.04.2006
Rev. N° 001 del 28.07.2006 Autorizada el 08.08.2006

Item	Cantidad	Unidad	Budget unitario USD	Budget Total USD	Fecha de Entrega	Orden de compra N° Item	Cantidad Comprada	Fase
00050 Descripción resumida Descripción completa	168.000	NO	0.00		01.05.2006	4570000401 00080	168.000	MEJ329.3.300
Familia Código								
HAC010 - BULON, TORNILLO, ETC BSZ1141C - S/Bolts+2N B7/2H 3/4" 110								
Cantidad pendiente de compra:							0.000	
S/Bolts+2N B7/2H 3/4" 110 Esparrago+2T ASME B18.2.2 STUD BOLT / ASME B1.1 NUTS ASTM A 193 Gr. B7 - A194 Gr. 2H * - Size 0.75" 110 mm								
00060 Descripción resumida Descripción completa	12.000	NO	0.00		01.05.2006	4570000401 00090	12.000	MEJ329.3.300
Familia Código								
HAC010 - BULON, TORNILLO, ETC BSZ1147C - S/Bolts+2N B7/2H 7/8" 140								
Cantidad pendiente de compra:							0.000	
S/Bolts+2N B7/2H 7/8" 140 Esparrago+2T ASME B18.2.2 STUD BOLT / ASME B1.1 NUTS ASTM A 193 Gr. B7 - A194 Gr. 2H * - Size 0.875" 140 mm								
00070 Descripción resumida Descripción completa	216.000	NO	0.00		01.05.2006	4570000401 00100	216.000	MEJ329.3.300
Familia Código								
HAC010 - BULON, TORNILLO, ETC BSZ1148C - S/Bolts+2N B7/2H 7/8" 150								
Cantidad pendiente de compra:							0.000	
S/Bolts+2N B7/2H 7/8" 150 Esparrago+2T ASME B18.2.2 STUD BOLT / ASME B1.1 NUTS ASTM A 193 Gr. B7 - A194 Gr. 2H * - Size 0.875" 150 mm								

Figura 3.18 Requisición De Material Para Espárragos Elaborada en PUMA® y Transferida a SAP®

Visualizar impresión para SF6A página 0006 de 0006

TECHINT S.A. de C.V.

Requisición Fecha de impresión el 15.11.2007 a las 10:17:59
pag. 6/6

Proyecto: MEJ330
Requisición N°: 014MT10407 Rev. N° 000 del 10.08.2006
Rev. N° 001 del 13.09.2006 Autorizada

Item	Cantidad	Unidad	Budget unitario USD	Budget Total USD	Fecha de Entrega	Orden de compra N° Item	Cantidad Comprada	Fase
00090 Descripción resumida Descripción completa	16.000	NO	0.00		31.08.2006	4570000687 00090	16.000	MEJ330.3.320
Familia Código								
HVA001 - VALV COMP DRFO VLC0648C - 2" Globe SW 800# VL81ACD08AB								
Cantidad pendiente de compra:							0.000	
2" Globe SW 800# VL81ACD08AB Vlv Globo WB API 602 SW 800# Forged ASTM A 105 Regular pattern, reduced port - Size 2" - Data sheet VL81ACD08AB Body: Bolt Bonnet, Operating Features: Out Screw and Yoke (O.S. & Y.), Seating: Renewable or Integral, Disc: Plug, Bolts & Nuts: A193 B7 - A194 2H, Gasket: Flat-Ring Graphite, Packing: Graphite, Trim: F6 Stellite (Trim n° 5) LAS VALVULAS DEBERAN ENTREGARSE CON EL SIGUIENTE RECUBRIMIENTO: DOS CAPAS DE RECUBRIMIENTO PRIMARIO A BASE DE CROMATO DE ZINC ESPECIFICACIÓN RF-2 COLOR ROJO ÓXIDO, UNA CAPA DE RECUBRIMIENTO DE ACABADO A BASE DE ESMALTE ALQUIDÁLICO RA-20 COLOR BLANCO Y UNA CAPA DE RECUBRIMIENTO DE ACABADO RA-28 COLOR BLANCO BRILLANTE.								
00100 Descripción resumida Descripción completa	1.000	NO	0.00		31.08.2006	4570000687 00100	1.000	MEJ330.3.320
Familia Código								
HVA001 - VALV COMP DRFO VCC1201C - 1+1/2" Check THRD 800# VC81AC1H08AR								
Cantidad pendiente de compra:							0.000	
1+1/2" Check THRD 800# VC81AC1H08AR Vlv Check WB API 600 ROSC-H 800# Forged ASTM A 105 Short pattern - Size 1.5" - Data sheet VC81AC1H08AR Body: Bolted Cover, Operating Features: Piston with Spring, Seating: Renewable, Bolts & Nuts: A193 B7 - A194 2H, Gasket: Spiral Wound 316 with Graphite, Trim: F6 HF (Trim n° 8) LAS VALVULAS DEBERAN ENTREGARSE CON EL SIGUIENTE RECUBRIMIENTO: DOS CAPAS DE RECUBRIMIENTO PRIMARIO A BASE DE CROMATO DE ZINC ESPECIFICACIÓN RF-2 COLOR ROJO ÓXIDO, UNA CAPA DE RECUBRIMIENTO DE ACABADO A BASE DE ESMALTE ALQUIDÁLICO RA-20 COLOR BLANCO Y UNA CAPA DE RECUBRIMIENTO DE ACABADO RA-28 COLOR BLANCO BRILLANTE.								

Figura 3.19 Requisición De Material Para Válvulas Elaborada en PUMA® y Transferida a SAP®

3.5 Revisión Mecánica

En este modulo pude realizar las revisiones mecánicas de los componentes de tubería de acuerdo a los códigos y estándares para el diseño de tubería. Las curvas del rango de la presión y su asociación automática con el Piping Classes fueron también comprobadas, junto con el cálculo de la presión mínima de la prueba (hidráulica o neumática) y la definición de los circuitos de prueba.

3.6 Pintura Y Aislamiento

En este módulo realicé el cálculo de las superficies y la cantidad de material necesaria para la pintura y el aislamiento. El cálculo se basó en los datos de la lista de líneas (p/e temperaturas y tipos de recubrimientos) y los datos del Material Take Off (p/e cantidades y tipos de materiales) del Proyecto.

3.7 Manejo de los Materiales en Sitio mediante COSMO®

COSMO® fue la herramienta que utilicé para administrar y controlar el almacén desde el sitio de construcción que se ubicó en la nueva estación de compresión a la altura del poblado denominado El Sauz en el estado de Querétaro. Además me permitió controlar las fases de prefabricación y construcción del proyecto.

A. Administración De Los Almacenes En Sitio

Mediante COSMO® pude realizar la administración del almacén, el correcto control y manejo de materiales, fue posible mantener la disponibilidad actualizada de los materiales en el almacén con la posibilidad de producir situaciones relacionadas con el manejo y la disponibilidad de los materiales.

B. Análisis De Viabilidad

Utilicé a COSMO® como herramienta de apoyo del área de materiales en la toma de decisiones para optimizar el proceso de fabricación y construcción del “volumen de material” de tubería. Las funciones estuvieron disponibles para realizar el análisis de viabilidad que me permitió encontrar que los arreglos de tubería prefabricados fuesen posibles de construir basado en la disponibilidad específica de los materiales del almacén (ver figura 3.20).

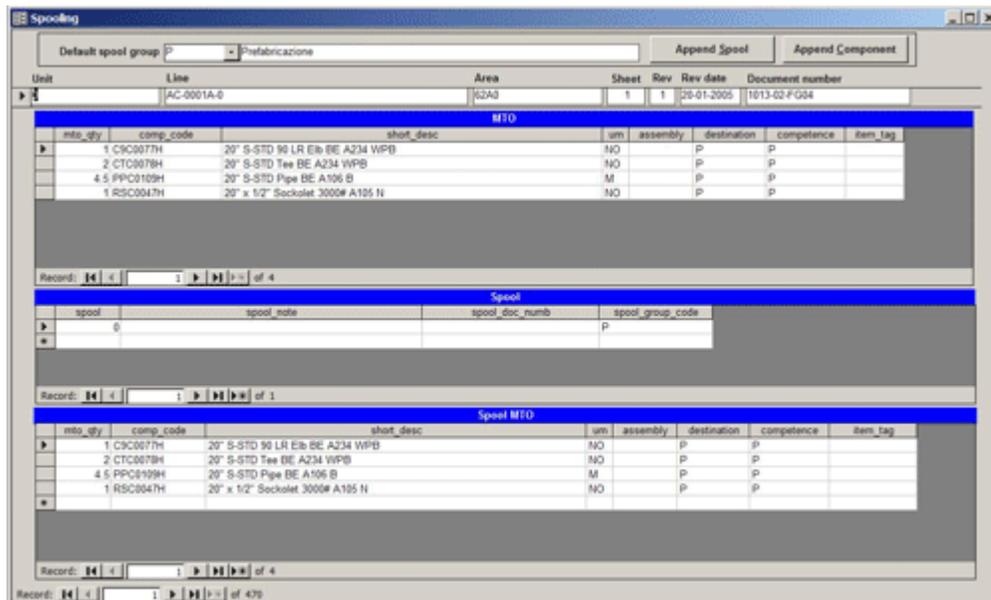


Figura 3.20 Disponibilidad de materiales en almacén para la realización de los Spools

Además las actividades de análisis fueron realizarlas en modalidad Real y Provisional. El primero utilizó la disponibilidad real del almacén y segundo utilizó las cantidades de los materiales y las fechas de entrega como se muestran en las listas del empaqueo y en las órdenes de compra. Las viabilidades obtenidas las guarde y utilicé para reservar los materiales disponibles en el almacén sin entregar.

C. Administración De Documentos De Procura

Mediante COSMO® pude utilizar los documentos de procura como son Requisiciones de Materiales, Ordenes de Compra y Listas de Empacado para producir las situaciones de los materiales basados en varios status, es decir, requerido, ordenado, enviado y llegado a sitio; para controlar el manejo de las fases y planear las fechas de las actividades de construcción. Además me permitió minimizar la entrada manual y la reutilización de datos para las fases previas de Procura y Expedición.

Las Listas de Empacado las utilicé como patrón para manejar los materiales cargados en el almacén y para realizar el análisis de viabilidad basado en las fechas de entrega según se muestra en las Ordenes de Compra y Listas de Empacado.

COSMO® además me permitió monitorear el progreso del proyecto a través de la definición y utilización de fases de trabajo.

Capítulo 4. Organización y Desarrollo de la Ingeniería para un Proyecto

El éxito de un proyecto se logra principalmente con una correcta organización y con el personal adecuado; en determinadas ocasiones resulta difícil contar con el personal especializado en la cantidad y calidad requerida, por lo que se considera necesario que al inicio del proyecto exista la participación de un grupo especializado que fije los criterios y pautas a seguir en la ingeniería, el planeamiento y la compra de los materiales.

Una buena ingeniería tiene como objetivo ser completa y constructiva, por lo que se considera conveniente la participación del sector de construcción durante la ejecución del proyecto, aportando los criterios constructivos. La participación del personal que luego tendrá a cargo la ejecución de la obra, permitirá reconocer con anticipación los problemas que se puedan presentar en la construcción, colaborando en la búsqueda de los caminos que conduzcan a su mejor solución.

La organización del grupo de ingeniería generalmente se considera de acuerdo a la figura 4.1:

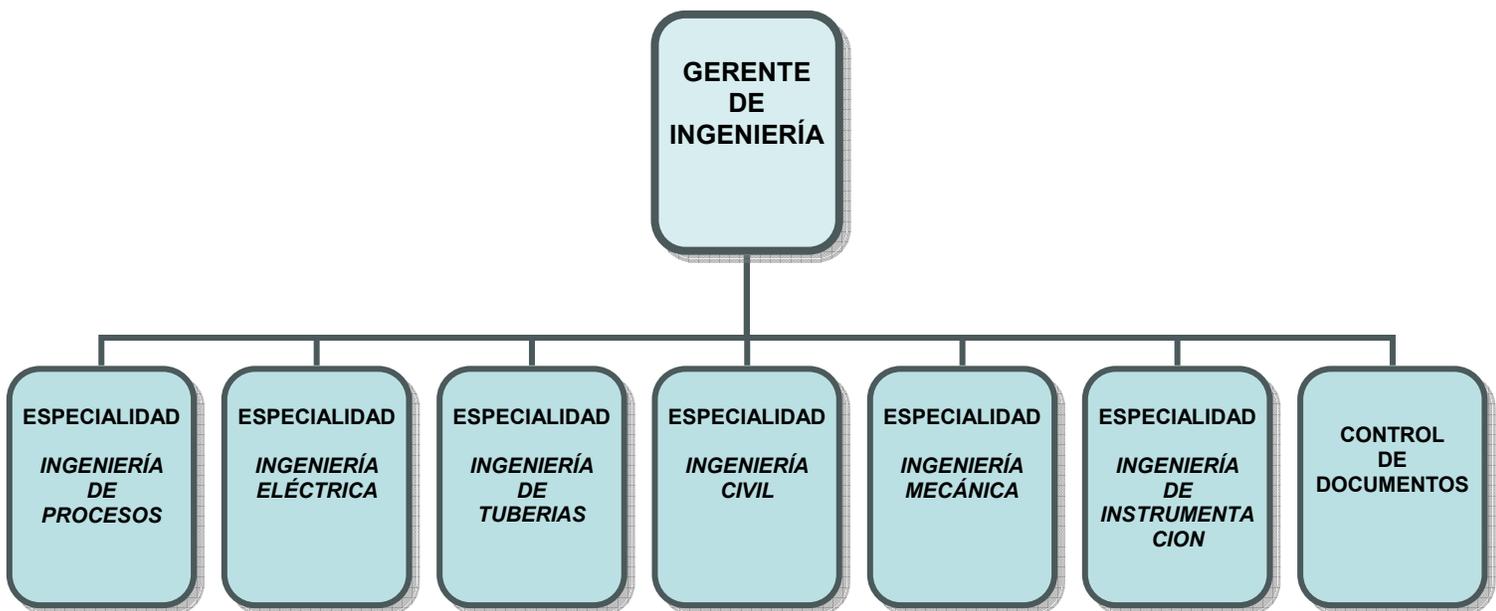


Figura 4.1 Organigrama de la Estructura del Grupo de Ingeniería

4.1 Bases De Usuario

Para el desarrollo de un proyecto se inicia mediante la presentación de las Bases de Usuario, este documento debe contener como mínimo la información que a continuación se detalla:

- Título: Bases de Usuario, es el documento oficial que permite el arranque del análisis de diseño.
- Departamento Usuario: Responsable de la emisión de las bases de usuario.
- Fecha de requerimiento: Es la fecha en la que se requiere el proyecto.
- Revisión No.: Fecha en que se emite el documento.
- Hoja: ___ de ___.: Para tener un control total de hojas del documento.

- Descripción: Se describe en lo más posible de que trata el proyecto a desarrollar.
- Localización: Se localiza la región del proyecto.
- Servicio de la tubería: Se describe el tipo de servicio al que se sujetará el proyecto a realizar.
- Datos para el diseño: Se indica la presión max/nom/min, temperatura de operación, max/nom/min, gasto max/nom/min, características del fluido.
- Descripción de equipos: Se indican las características más especializadas de acuerdo a su requerimiento.
- Normatividad: De acuerdo al servicio, se indican bajo que normas se diseñará el desarrollo del proyecto.
- Seguridad y protección al medio ambiente: Se indica el tipo de Impacto Ambiental y análisis de riesgo.
- Firmas: Como protocolo de autorización estas bases de usuario se firman por la autoridad de la Gerencia, así como del personal que interviene.

Posteriormente se debe definir lo siguiente:

- a) Términos de referencia. Define los requerimientos básicos del área usuaria del sistema de tubería solicitado, se establecen los códigos y estándares a usar.
- b) Códigos y estándares. Deben quedar perfectamente definidos ya que tienen un impacto significativo para el proyecto.
- c) Criterios de diseño. Reiterar los requerimientos de diseño, códigos, estándares, condiciones ambientales, parámetros de diseño, operación además de cualquier otra variable que gobierne la operación del sistema.
- d) Descripción del sistema. Sentar las bases de las funciones y características del sistema completo.
- e) Diagrama de flujo del sistema. Mostrar esquemáticamente las relaciones operativas de los componentes del sistema estableciendo las variables del diseño para los diferentes modos de operación y este deberá mostrar:
 - Todos los equipos mayores.
 - Nombre de los equipos.
 - Numero de identificación.
 - Líneas de circulación mayor y de desvíos.
 - Válvulas de control.
 - Válvulas para demostrar todas las rutas.
 - Tamaño de tuberías.
 - Interconexión a otros sistemas.
 - Capacidades de los equipos.

f) Diagrama de instrumentación y tuberías (P&ID). Es una representación esquemática de la tubería de proceso e instrumentación que muestran las relaciones funcionales entre los diferentes componentes por lo que se podrá incluir:

- Equipo mecánico.
- Todas las válvulas.
- Instrumentos significativos.
- Información relevante como: designación de instrumentos, nombre y número de los equipos.
- Todos los cambios de diámetros.
- Dirección de flujo.
- Interfase en cambios de diámetro.
- Referencia de interconexiones.
- Números de línea.

g) Diagrama de tuberías. Son dibujos isométrico de tubería o dibujo de línea ortogonal, donde se describe primeramente la tubería de mayor diámetro y luego la de menor diámetro.

Una vez que han sido determinados los parámetros principales del requerimiento del área operativa, el grupo de trabajo de ingeniería desarrolla el anteproyecto, que comprende la visualización de la construcción de la obra y estructuras que representan una solución al requerimiento o problema del área operativa.

El anteproyecto comprenderá también los planos y los croquis esquemáticos y el conjunto de las secciones transversales típicas, disposición general de los elementos, así como las recomendaciones del desarrollo por etapas de la construcción, así como las especificaciones de diseño, especificaciones de compra, especificaciones de instalación de tubería, del equipo y de los servicios.

Se puede indicar por donde puede ser realizado el trazo de tendido de la tubería, ubicación de equipo auxiliares como son trampas de diablos¹³ de envío y recibo, tanques separadores, tableros de control, inhibidores de corrosión, quemadores, servicios auxiliares como: agua, aire, circuitos hidráulicos; todo lo anterior para constituir la base para el desarrollo de ingeniería de detalle.

4.2 Bases De Diseño

El documento Bases de Diseño, su función es determinar para el sistema de tuberías los criterios de diseño, filosofías adoptadas en el cálculo, códigos y estándares a utilizar.

a) Requerimiento funcional de los sistemas. Como primera parte del documento, establecer los requerimientos funcionales de los sistemas en general, que serán incorporados dentro de la filosofía del diseño de acuerdo a:

- Cumplir con el propósito para el cual fueron diseñados.
- Diseñarse de acuerdo al tipo de servicio.

13 Trampa de diablos: Dispositivo utilizado para fines de envío y recibo de diablos (marrano) de inspección y/o limpieza del ducto.

- Cumplir con los códigos y estándares vigentes.
- Ser aceptados por el cliente.
- Ser diseñados para la vida útil de 20 años.
- Diseño del recubrimiento externo.
- El diseño de la protección catódica¹⁴ propio para la vida útil del tubo.

b) Descripción general de los sistemas. Iniciar con el diseño del sistema, describiendo los puntos llegada y de salida, diseño de la tubería, localización de las trampas de diablo incluyendo selección y tipo de válvulas de llegada a la trampa y válvula de paro de emergencia, el diseño de la trampa especificando su tamaño en longitud, tipos de accesorios para el buen funcionamiento del sistema.

c) Referencias. Sentar los principales códigos, estándares, especificaciones extranjeras y normas de referencia emitidas por la compañía, documentos, dibujos aplicables en el diseño e instalación de tuberías, legislación y regulaciones, códigos suplementarios.

d) Sistema de unidades. Establecer el sistema de unidades y medidas a fin del buen entendimiento de los planos, especificaciones entre otros.

e) Datos de diseño y materiales. Determinar la lista de los materiales indicando sus características.

- Tubería (Diámetro y longitud), accesorios, conexiones, válvulas, equipos, etc.
- Especificación de la tubería
- Códigos, estándares, especificaciones aplicables.
- Presión máxima, media y mínima de operación.
- Flujo máxima, media y mínima de operación.
- Temperatura máxima, media y mínima de operación.
- Codificación.
- Servicio.

f) Vida útil del diseño. Considerar 20 años de vida útil.

g) Corrosión interna. Incluir en el diseño una tolerancia por corrosión permisible de acuerdo al servicio.

h) Corrosión externa. Realizar la protección anticorrosiva externa por medio de cintas o resinas epóxicas, que darán la protección al tubo externamente.

i) Especificaciones de diseño. Describir los rendimientos de los equipos y sus materiales aplicando códigos y estándares nacionales o extranjeros.

j) Especificaciones de compra. Establecer el alcance del trabajo a realizar, los códigos y estándares que aplican a la fabricación del sistema de tuberías y/o equipos, requerimiento de materiales, requerimientos de inspección, de documentos y pruebas, incluyendo hasta documentos de diseño y condiciones ambientales.

14 Protección Catódica: Es el procedimiento electroquímico para proteger los ductos enterrados y/o sumergidos contra la corrosión exterior, el cual consiste en establecer una diferencia de potencial convirtiendo la superficie metálica en cátodo mediante el paso de corriente directa proveniente del sistema seleccionado.

- k) Especificaciones de instalación. Establecer los códigos y estándares relevantes a la instalación del sistema de tuberías y deberán de acuerdo a estos documentos especificar los requerimientos de instalación, calidad, examen, pruebas y otros que estén más allá de los que marca el código, la recomendación por sobrecarga, coeficientes de trabajo, métodos de cálculo, procedimientos constructivos.
- l) Planos. Entregar de acuerdo a los requerimientos del contratante, legibles en AUTOCAD y de ser posible en planos tridimensionales para revisar posibles interferencias.
- m) Profundidad del enterrado. Realizar un análisis de estabilidad para definir la profundidad a la que quedará enterrada la línea.
- n) Cargas de diseño. Identificar los tipos de carga y combinación de las mismas en un análisis para diseño del sistema de tuberías.

Tipos de carga.

i) Cargas de construcción:

- * Cargas gravitacionales: peso del acero, recubrimiento, accesorios y flotación. La variación en el peso de los recubrimientos por el fabricante y la absorción del agua, también serán considerados.
- * Cargas de instalación tales como tendido de tubería, zanjado, interconexión, etc.
- * Cargas residuales de instalación.
- * Presión hidrostática externa.

ii) Cargas funcionales:

- * Cargas gravitacionales: peso del acero, recubrimiento, accesorios y flotación. También serán considerados la variación en el peso de los recubrimientos por el fabricante y la absorción del agua.
- * Presión hidrostática externa.
- * Cargas residuales de instalación.
- * Presión interna y externa.

iii) Cargas Ambientales:

iv) Cargas Accidentales:

- * Cargas accidentales. Están causadas por los siguientes conceptos:
 - Impacto por objetos caídos.
 - Interacción con actividades ocasionadas por terceras personas

4.3 Ingeniería De Detalle

La Ingeniería de Detalle es la fase del desarrollo del proyecto en el que se debe considerar que cualquier instalación estará sujeta a efectos ambientales extremos y a practicas de operación propias, por lo deberán ser diseñadas y evaluadas, de acuerdo a normas y estándares que reflejen estos requerimientos.

a) Análisis de esfuerzos. Son todos los cálculos de ingeniería que analizan las fuerzas estáticas, dinámicas y térmicas que resultan de los efectos de la gravedad, cambios de temperatura, presiones internas o externas, cambios en el caudal de los fluidos, actividad sísmica, fuego y otras condiciones ambientales.

b) Planos de detalle. Se elaboran planos de detalle para la fabricación de los componentes del sistema como son: curvas de expansión, ductos, cuellos de ganso, interconexiones que serán instalados en el proyecto.

c) Planos de equipo. Estos se obtienen directamente de los distintos proveedores y son sujetos de aprobación previo a su fabricación por parte de las áreas de ingeniería y operativos, y son necesarios para determinar el diseño total del sistema y debe incluirse información como: Dimensiones generales, localización y tamaño de las conexiones, lista de materiales, requerimientos de servicio, procedimientos para mantenimiento, manuales y lista de refacciones, diagramas eléctricos, instrumentación y control.

d) Planos de soportería. Se elaboran planos detallados, con toda la información de fabricación, lista de materiales, detalles de ensamble e inclusive de instalación. También deberán especificarse las restricciones, tipo de soporte y la carga a soportar, son sujetos de aprobación por parte del área de ingeniería.

4.4 Documentación Entregable por el Área de Ingeniería

El desarrollo del proyecto se realiza con base a las normas y códigos nacionales y extranjeros, y con la aplicación de procedimientos técnicos para el diseño de ingeniería, también son fuente importante los datos proporcionados mediante las bases de usuario como se mencionó anteriormente.

La documentación entregable por ingeniería es usada para referirse a cualquier y a todos los documentos que en forma escrita e ilustrativa contengan información técnica relacionada con la ingeniería del proyecto; incluyen toda la información gráfica de equipos, estructuras, instalaciones de las diferentes áreas como tuberías, proceso, civil, mecánico, eléctrica e instrumentación; permiten la operación y construcción de proyecto y son de diversos tipos como:

- Esquemas. Incluyen la misma información que los planos, generalmente son menos detallados. Este tipo de documento es normalmente usado para comentarios e información.
- Especificaciones. En este documento se describe lo más importante de los requerimientos técnicos que deberán encontrarse en los equipos y materiales que forman parte de los componentes del proyecto. Se establecen los procedimientos requeridos para la manufactura y/o adquisición de equipo y materiales.
- Memorias de cálculo. Se definen los parámetros de diseño de equipo, estructuras e instalaciones.

- Hojas de datos de equipos. Estos documentos contienen los datos técnicos principales, puntos de operación, datos de servicios, características de construcción, requerimientos de inspección y pruebas, etc.
- Lista de materiales. La estimación y descripción de los materiales de instalación a ser comprados por lote o individualmente para el proyecto.
- Plano de ruta y perfil. Describen las elevaciones y perfiles del terreno por los cuales la tubería será instalada.
- Isométricos. Son dibujos tridimensionales que representan los arreglos de tubería y sus materiales.
- Lista de varillas de refuerzo: Complementan los dibujos para el armado de las estructuras de concreto.
- Lista de cables: Contiene la numeración de los cables de potencia y control, indicando su tipo.
- Lista de conexiones: Contiene la información de los puntos de conexión de los cables de potencia e instrumentos.
- Diagramas de lazo: Muestra los puntos de conexión de cada instrumento, de los elementos de control asociados.
- Lista de equipo. Incluye todo el equipo de la planta, indicando designación, clave de identificación, etc.
- Requisición de material. Este es un documento cuyo propósito es proporcionar toda la información técnica necesaria para el suministro de equipo o materiales. La información se entrega como un solo paquete de información a los proveedores para la cotización y/o suministro.
- Minutas de reunión. Estos documentos son el registro de las reuniones de coordinación técnicas celebradas entre los representantes del cliente, ingeniería y construcción.

El proceso de elaboración de documentos inicia desde el grupo de CAD (diseñadores) seguido por el de Ingenieros quienes deben seguir las reglas establecidas para la preparación de documentos; posteriormente el Jefe de Disciplina se encarga de iniciar, desarrollar y cerrar la revisión interdisciplinaria de los documentos; verificar y firmar los documentos preparados para las emisiones oficiales antes que el Gerente de Ingeniería; detectar posibles desviaciones a documentos; y verificar junto con el Gerente de ingeniería la aplicación de documentos.

Así mismo, el Gerente de Ingeniería se encarga de asegurarse que los documentos generados cumplan con los requerimientos establecidos; verificar y firmar todos los documentos para emisiones oficiales; y considerar y evaluar la implementación de procedimientos a fin de realizar posibles mejoras.

Un documento no será enviado al cliente hasta que el Gerente de Ingeniería o su representante lo hayan firmado. El documento será entregado a Control de Documentos que preparará el *transmital* y coordinará la emisión del documento al cliente.

La emisión de información técnica al Cliente debe realizarse mediante transmitals, el cual incluye la descripción del documento entregado. A fin de tener una referencia para el control de las actividades de ingeniería, se preparará un reporte al cliente cada dos semanas.

El contenido principal del reporte incluirá una descripción breve y concisa de los trabajos desarrollados durante el periodo, así como los actividades sobresalientes y los problemas que hubiera para el desarrollo de la ingeniería y las acciones que se han tomado para resolverlos.

La elaboración de documentos para todas las áreas de ingeniería deberá cumplir con lo mostrado en la figura 4.2:

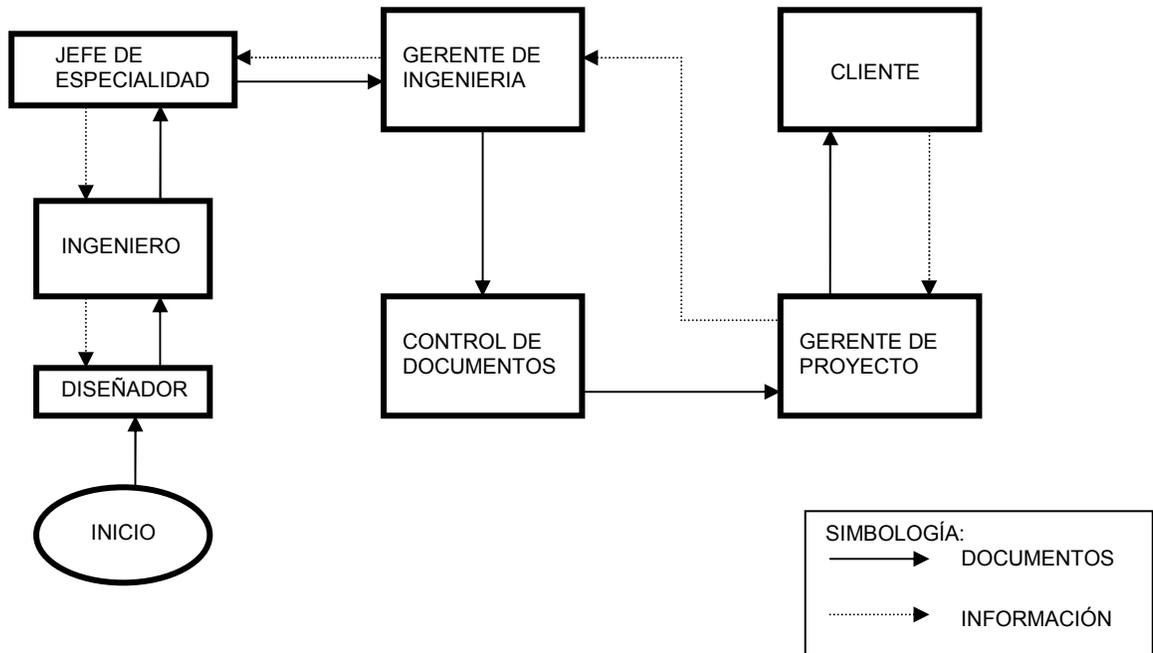


Figura 4.2 Diagrama del Proceso General de Elaboración de Documentos

Capítulo 5. Descripción del Proyecto “Libramiento Querétaro”

El proyecto Libramiento Querétaro, comprendió la construcción de una estación de compresión “El Sauz”, un gasoducto de 24” de diámetro por 65 Km aproximadamente de longitud y la reubicación de la estación de compresión “Huimilpan”.

El proyecto consistió de dos etapas. En la primera se instaló la nueva estación compresión “El Sauz” con capacidad de 150 MMPCD (ver figura 5.1) y la construcción del gasoducto que tuvo su inicio en la nueva estación, la cual fue localizada en el Km 939+300 del gasoducto de 36” Venta de Carpio - Guadalajara a la altura del poblado denominado El Sauz en el estado de Querétaro y terminó en la interconexión con el gasoducto de 16” cercano al parque industrial Querétaro, aproximadamente en el km 47+824 del ducto de PEMEX 16” Huimilpan - San Luis Potosí. En la segunda etapa, se dismanteló la estación de compresión existente “Huimilpan” y reubicó ciertos equipos en la nueva estación “El Sauz”, para incrementar la capacidad de transporte de 150 a 200 MMPCD.

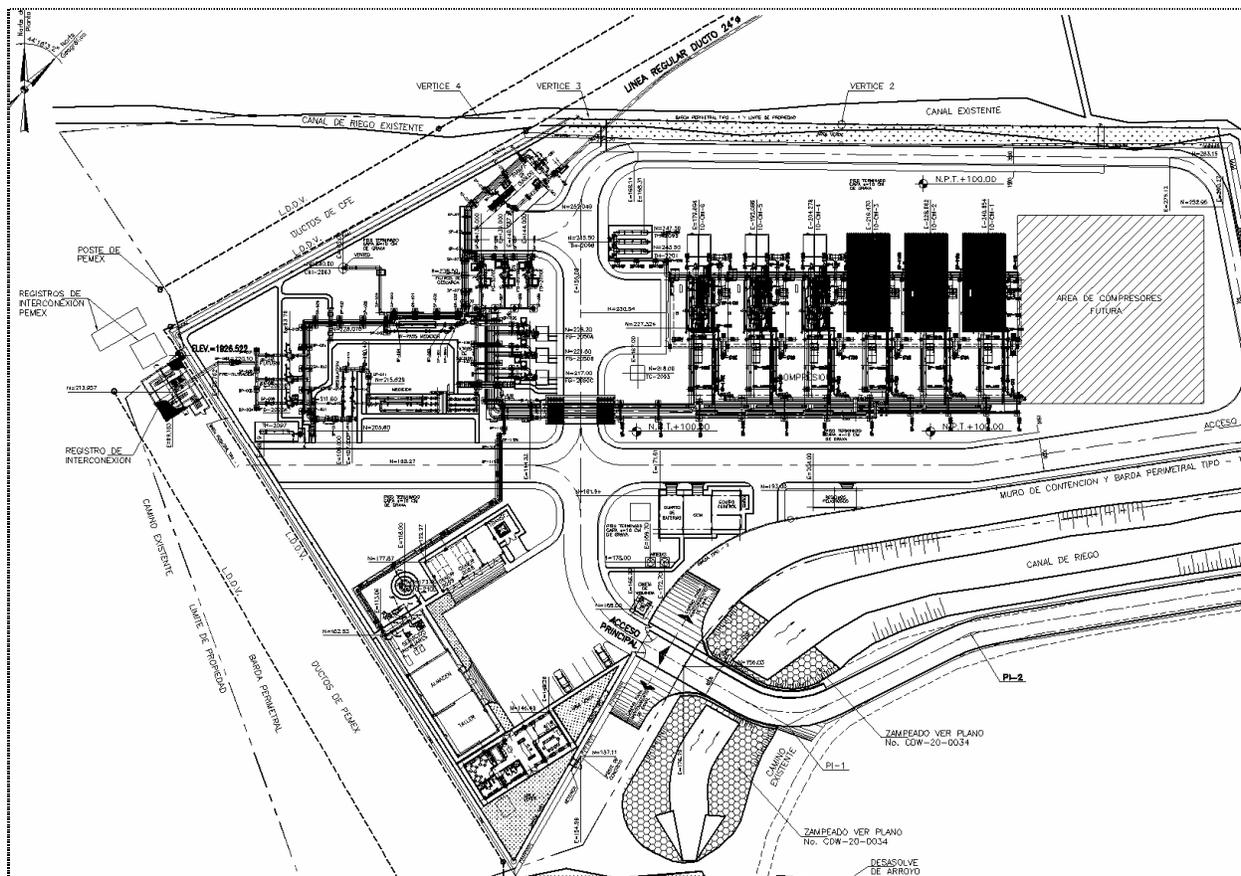


Figura 5.1 Plano General de la Estación de Compresión “El Sauz”

5.1 Alcance

El alcance del proyecto Libramiento Querétaro fue el siguiente:

- Desarrollo de Diagrama de Flujo de Proceso (DFP)
- Desarrollo de Diagramas de Tuberías e Instrumentación (DTI)
- Desarrollo de Arreglo de Equipos (Lay-Out)

- Ingeniería de Detalle
- Procura de equipos
- Procura de materiales, instrumentos y sistemas de control para el proceso y seguridad
- Construcción, montaje e instalación de equipos nuevos y reubicados (compresión, medición, regulación, filtración, etc.), ducto
- Servicios auxiliares, urbanización y edificaciones.
- Pruebas de pre-arraque
- Puesta en marcha y prueba de garantía

5.2 Ducto

El “Libramiento Querétaro” fue localizado en el estado de Querétaro, para su construcción se atravesaron cinco municipios: (1) Pedro de Escobedo, (2) Colón, (3) El Márquez, (4) San Juan del Río y (5) Querétaro.

Para la construcción del gasoducto se consideró un ducto de 24” de diámetro API 5L X65 con soldadura recta longitudinal por doble arco sumergido con recubrimiento tricapa. En la descarga del ducto de 24” y en la interconexión con el ducto de 16” Huimilpan-San Luís Potosí se instalaron juntas aislantes monoblock para aislar el ducto de la estación de compresión y de las trampas de diablos localizadas en el parque industrial; tres estaciones de válvulas de seccionamiento tipo bola de paso completo 600# ANSI, las cuales operaron por medio de actuadores de gas sobre aceite, el gas fue tomado del mismo gasoducto, estas válvulas pudieron cerrarse remotamente desde el sistema SCADA de PEMEX y/o funcionaron automáticamente a través de sensores de presión ubicados en cada una de las locaciones de válvulas de seccionamiento, al registrarse un diferencial de presión de magnitud importante (ver figura 5.2).

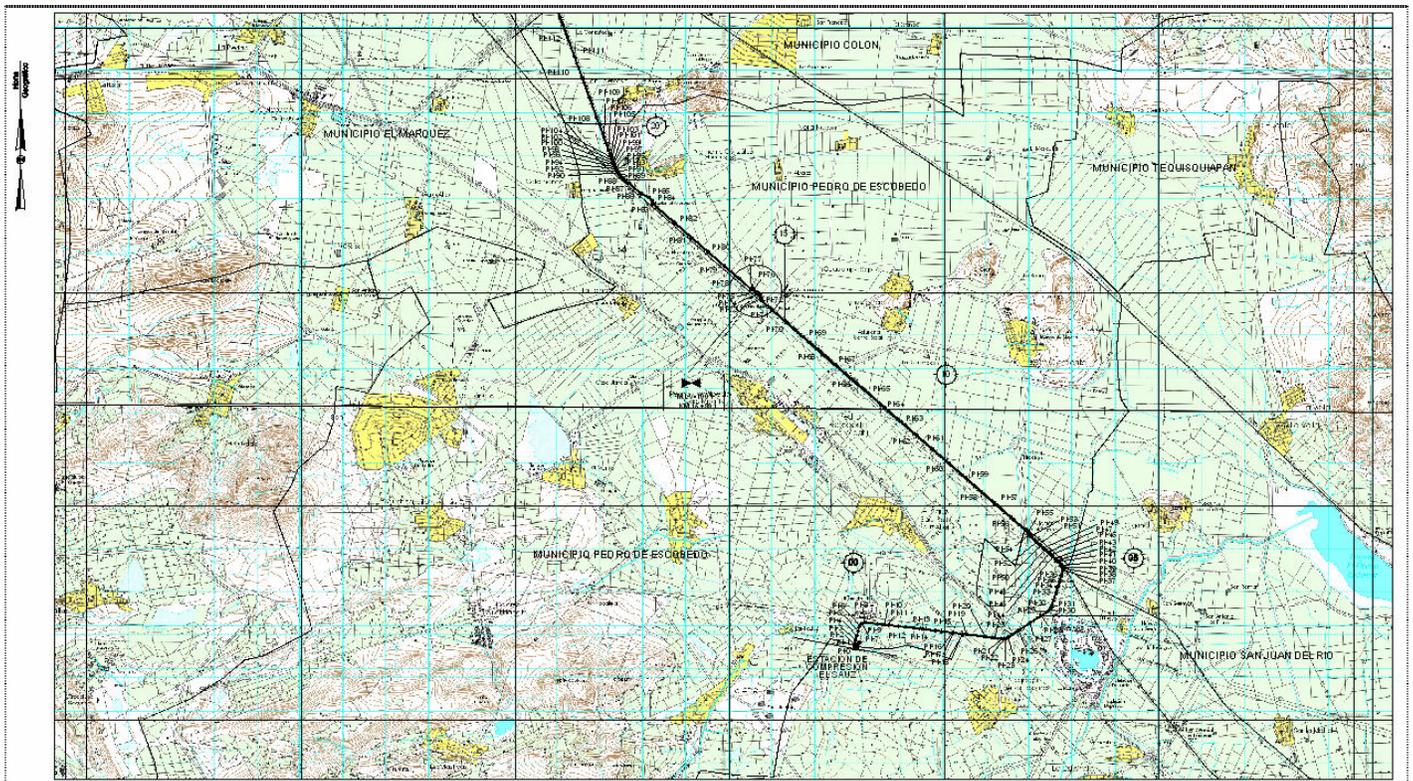


Figura 5.2 Plano General de Ruta

Las válvulas se localizaron (1) MLV-1001 en el km 17+015.00, (2) MLV-1002 en el km 33+230.00 y (3) MLV-1003 en el km 49+008.00

El sistema contó con protección catódica, trampas de envío de diablos a la salida de la estación El Sauz y de recibo de diablos al final del ducto de 24", a fin de realizar mantenimiento, inspección y limpieza del mismo.

5.3 Estación de Compresión

Debido al incremento del requerimiento de gas natural para el corredor industrial de Querétaro surgió la necesidad de construir la nueva estación de compresión "El Sauz", la cual comprendió las siguientes áreas (ver Apéndice A):

Interconexión

La estación de compresión El Sauz le fue suministrado gas natural por medio del gasoducto de 36" Venta de Carpio-Guadalajara (ver figura 5.3) a una presión promedio de 650 psi para ser comprimido y enviado a la interconexión con el gasoducto de 16" Querétaro-San Luís Potosí.

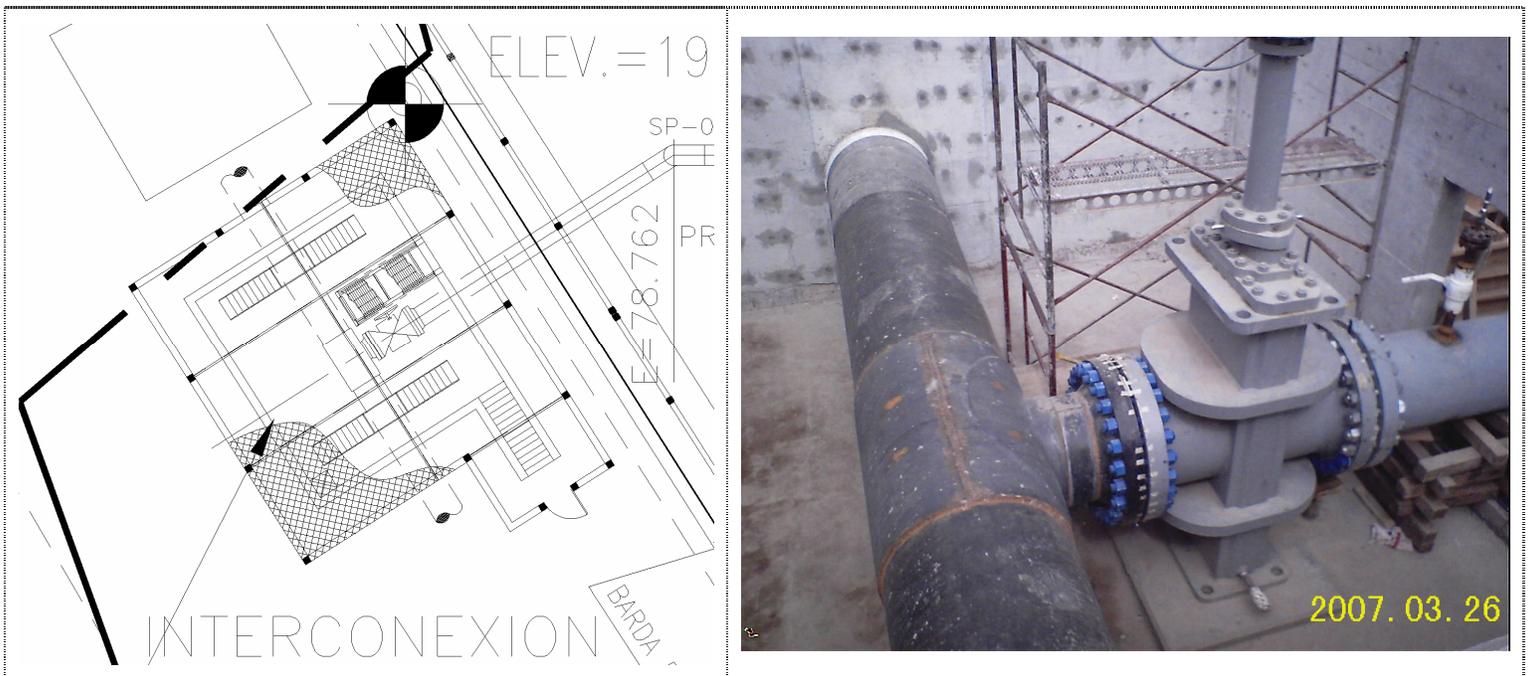


Figura 5.3 Arreglo de Tuberías y Construcción para el Área de Interconexión

Pre-Filtración

Después de la interconexión, el gas pasó a la pre-filtración (ver figura 5.4) en donde se eliminaron sólidos y/o líquidos que fueron arrastrados por la corriente de gas; cada filtro se consideró de una capacidad de 200 MMPCD, para una presión de operación de 750 psi. Los filtros tuvieron un control de nivel automático que permitió el desalajo de condensados hacia un sistema de condensados cerrado atmosférico.

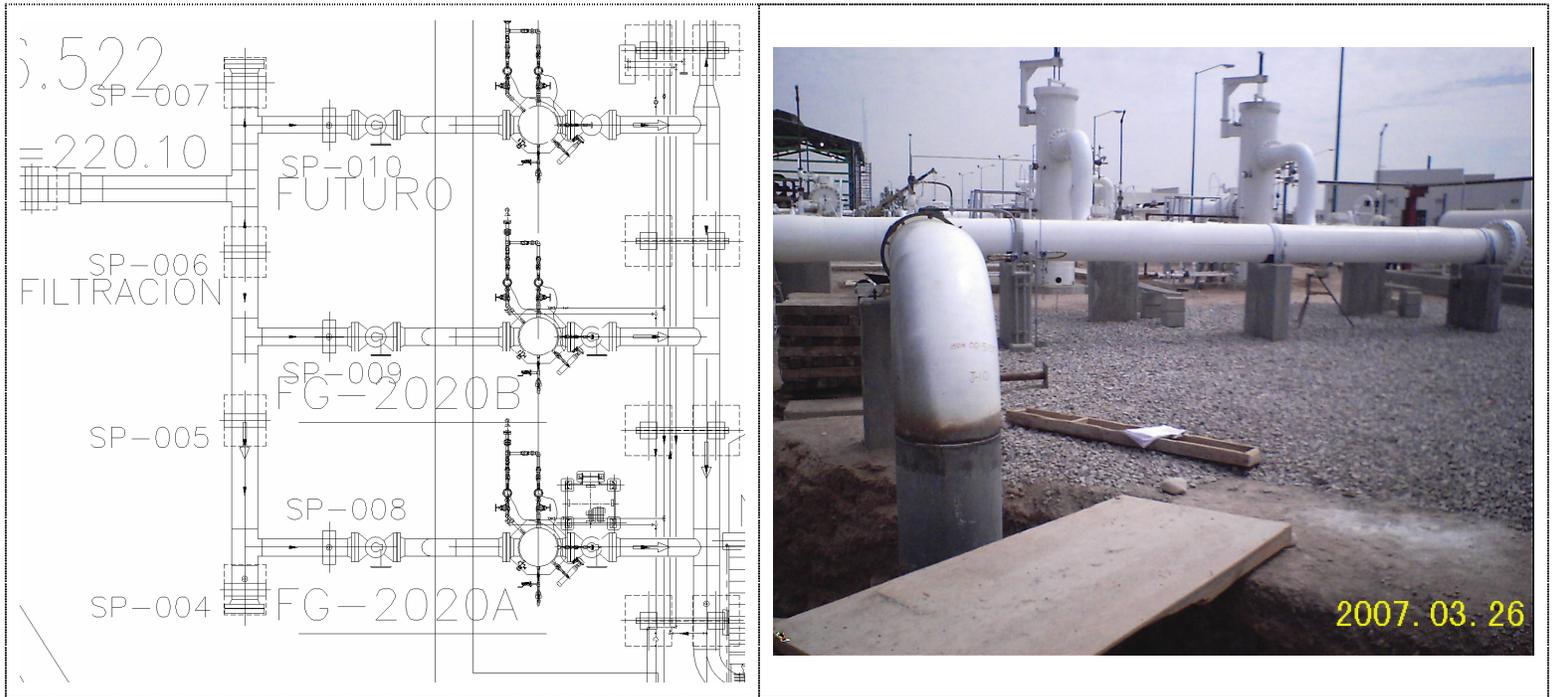


Figura 5.4 Arreglo de Tuberías y Construcción para el Área de Pre filtración

Regulación, medición y control de flujo

Después de la filtración la corriente de gas pasó a una estación de regulación de presión con dos trenes como reguladores de presión para un flujo por tren de 200 MMPCD.

El gas pasó a la siguiente etapa, la cual consistió en la medición de la corriente, para ello fueron instalados dos medidores de flujo de 300 MMPCD cada uno, se tuvo uno operando y el otro de respaldo. Fue instalado un tubo ultrasónico de calibración de la misma capacidad para verificar periódicamente el sistema y asegurar su correcto funcionamiento y mantener la precisión de los equipos (ver figura 5.5).

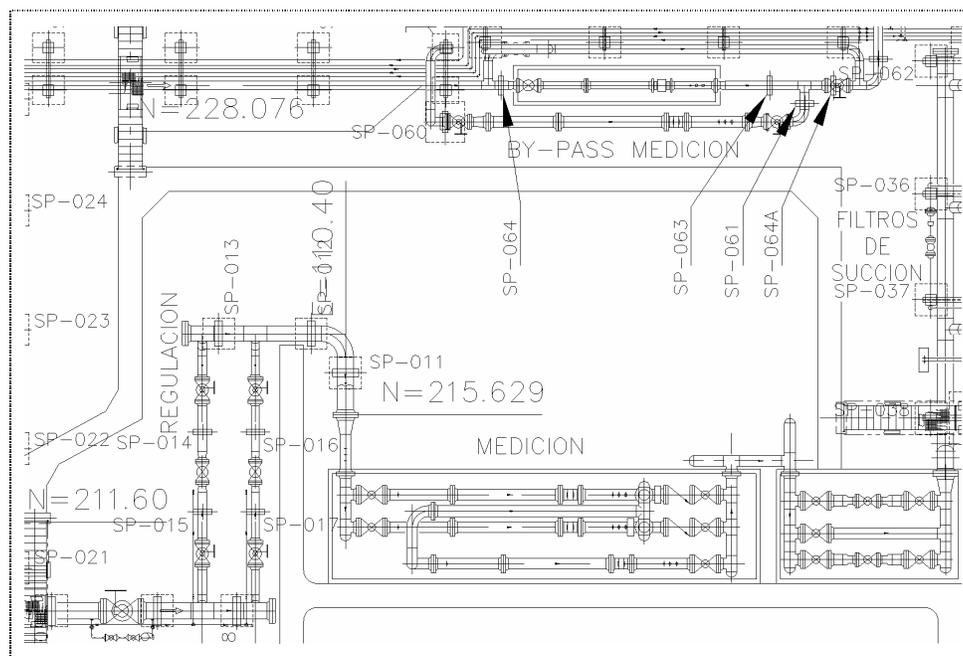




Figura 5.5 Arreglo de Tuberías y Construcción para el Área de Regulación, Medición y Control de Flujo.

Filtros de succión

Previo a la compresión, el gas pasó a la etapa de filtración de succión y posteriormente al cabezal de succión de los motocompresores, donde se instaló un filtro de gas de 150 MMPCD de capacidad.

Para la etapa de filtración de succión, dependiendo de la capacidad que se manejara pudieron operarse uno o dos filtros, teniendo siempre uno de respaldo. Estos filtros contaron con control de nivel automático para permitir el desalojo de condensados hacia un sistema cerrado de condensados.

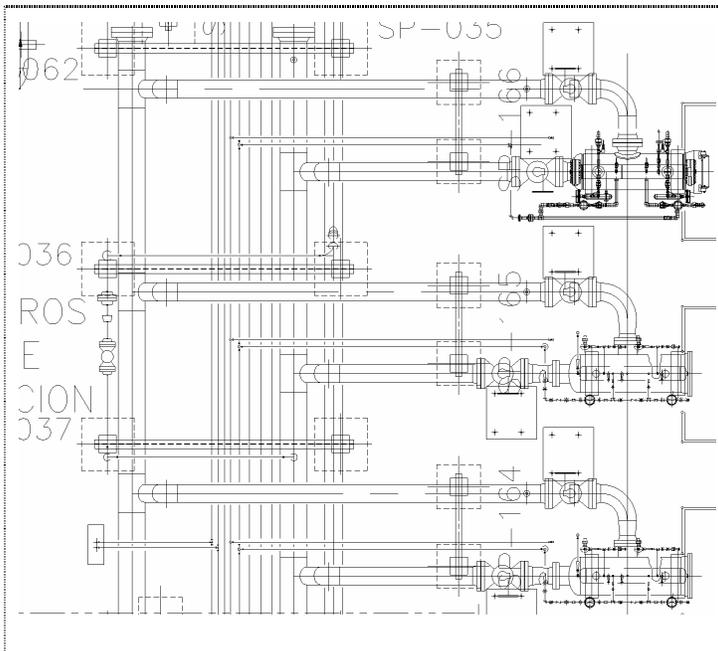


Figura 5.6 Arreglo de Tuberías y Construcción para el Área de los Filtros de Succión.

Compresión

Para la compresión del gas se instalaron tres motocompresores de gas tipo recíprocante de 2225 HP cada uno, dando una capacidad de transporte de 130 MMPCD, integrados por un compresor marca Ariel® y un motor de combustión interna marca Caterpillar®. Estas unidades fueron similares a las tres máquinas existentes en la estación Huimilpan, unidades que fueron desmanteladas y reubicadas en la estación El Sauz. Una vez instaladas las seis máquinas se tuvo un incremento en la capacidad de 130 a 200 MMPCD. Las unidades de compresión fueron suministradas acompañadas de todos los sistemas auxiliares requeridos para su correcta operación, como: sistema de lubricación, sistema de enfriamiento de aceite, sistema de escape de gases de combustión, sistema de gas combustible, sistema de control, etc. (ver figura 5.7 y 5.8)

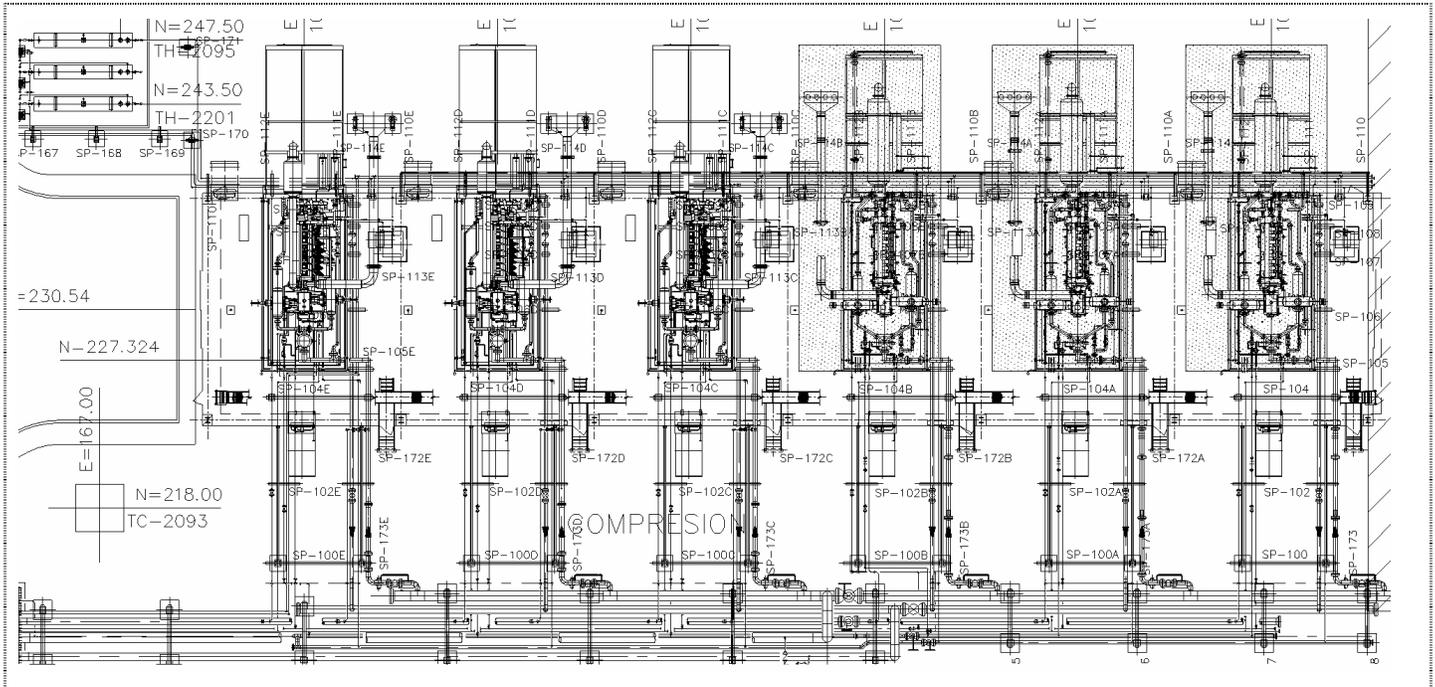


Figura 5.7 Arreglo de Tuberías para el Área de Compresión.



Figura 5.8 Construcción para el Área de Compresión.

La presión de succión fue de aproximadamente 550 psi, se comprimió dependiendo del volumen a transportar y el número de motocompresores a un rango de presión de 835 a 1005 psi promedio. El gas pasó a un enfriador a fin de no tener una temperatura de descarga mayor a 50° C.

Los motocompresores fueron localizados en un edificio de compresores construido con paneles de protección auditiva y acondicionada con 6 ventiladores y 6 extractores de aire, a fin de re-circular el aire. El edificio contó con alumbrado y detección de fuego y gas, así como, con extintores portátiles (ver figura 5.8).

Filtros de descarga

En la descarga de los compresores, el gas pasó al cabezal de descarga y de ahí a los filtros de descarga para eliminar condensados y residuos de aceite de lubricación, fueron instalados dos filtros con una capacidad de 150 MMPCD cada uno.

Los filtros operaron de acuerdo con la capacidad que se manejó, pudieron operarse uno o dos filtros teniendo siempre uno de respaldo. Estos filtros contaron con control de nivel automático para permitir el desalojo de condensados hacia un sistema cerrado de condensados (ver figura 5.9).

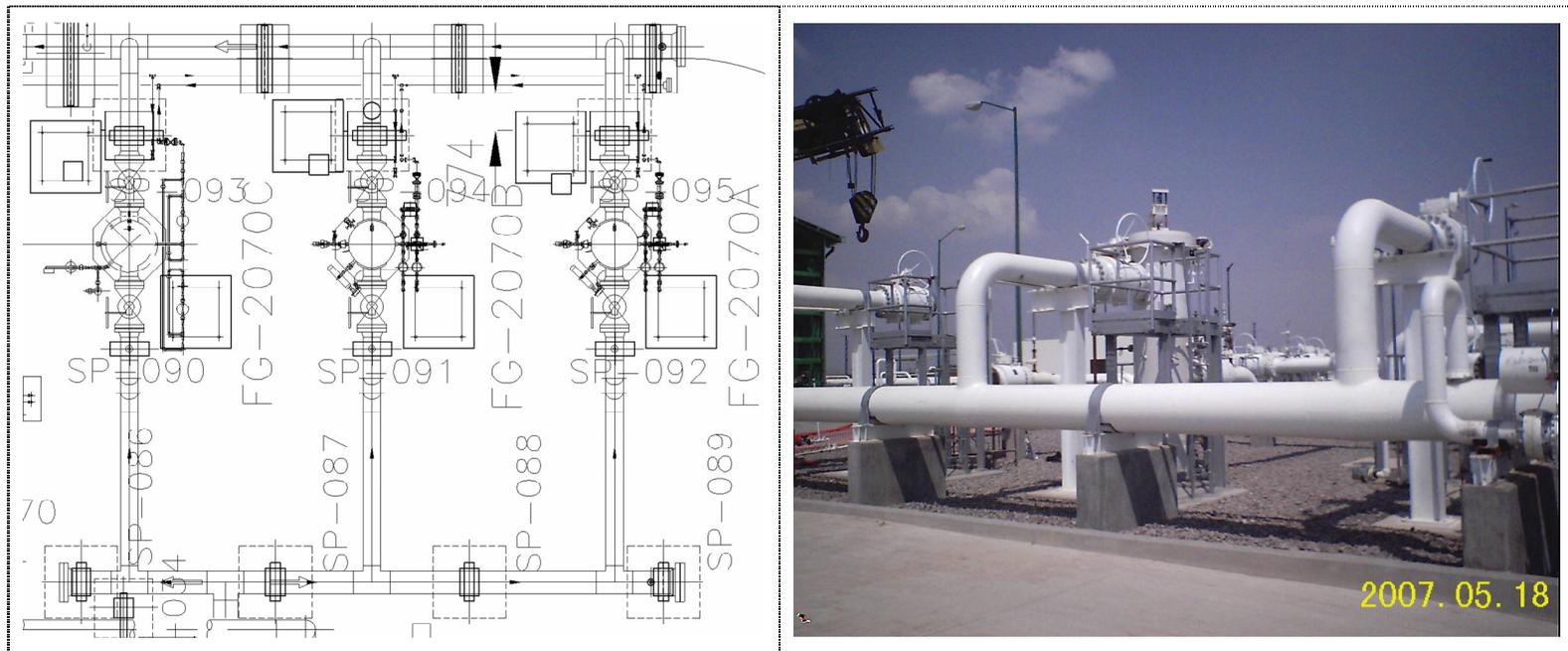


Figura 5.9 Arreglo de Tuberías y Construcción para el Área de los Filtros de Descarga.

Entrada al Gasoducto

Se instaló una trampa de envío de diablos a la salida de la estación y una estación de recibo de diablos en el final del ducto de 24” en la interconexión con el gasoducto¹⁴ de 16” Huimilpan – Querétaro.

El gas salió de la estación a través del Ducto con dirección a SLP en un rango de presión de 835 a 1005 psi y un rango de volumen comprimido de 130 a 200 MMPCD.

14 Gasoducto. Tubería de grueso calibre y gran longitud para conducir a distancia gas combustible, procedente por lo general de emanaciones naturales.

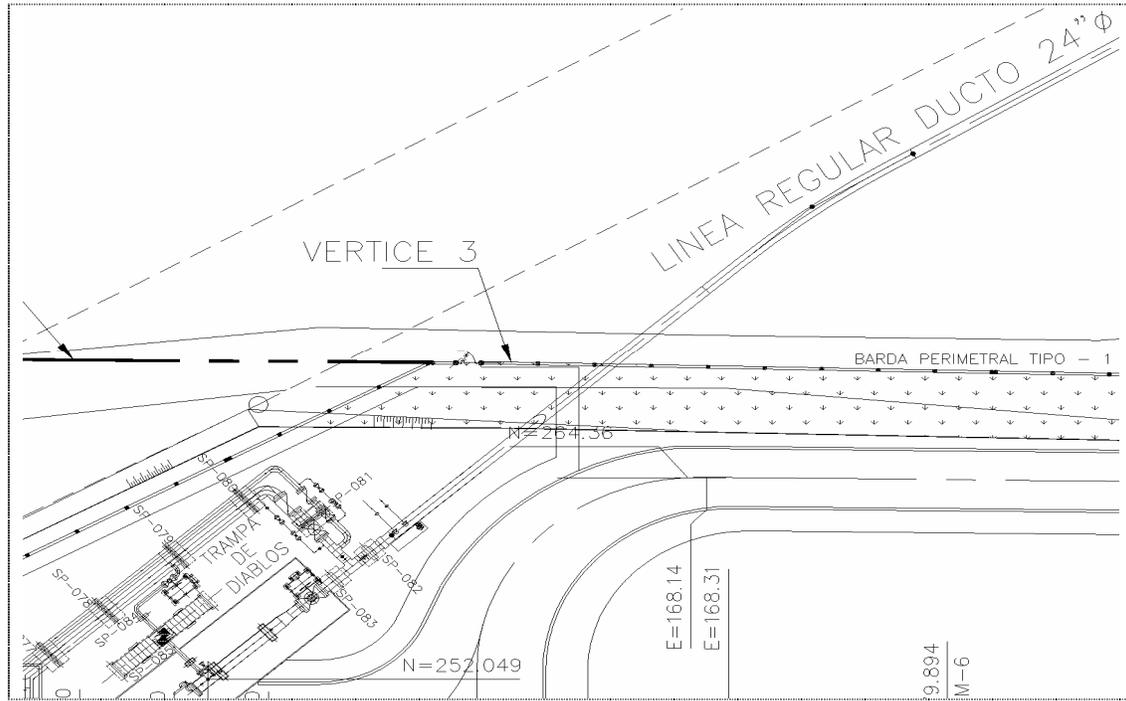


Figura 5.10 Arreglo de Tuberías y Construcción para el Área de Trampa de Diablos.

Servicios Auxiliares

- a) Agua de servicios. Se instaló un tanque de almacenamiento de agua, con una capacidad de 10 m³ con los accesorios necesarios para realizar la conexión con auto-tanques para su llenado. Aunque esta agua fue potable, no se empleó para consumo humano, el agua para consumo humano se suministró en garrafas.

El agua de servicios se distribuyó en toda la estación mediante una red de tuberías, la cual tuvo su origen en un paquete que mantuvo el nivel de presión del fluido en toda la red, tomando el agua directamente del tanque de almacenamiento, el hidroneumático se localizó en el área de servicios auxiliares del edificio de talleres.

- b) Aire de instrumentos y de planta. El sistema de aire comprimido se conformó por un sistema de compresión, sistema de secado y tanque pulmón, dimensionados para proporcionar aire de planta y de instrumentos a la estación de compresión. Se tuvieron dos redes de aire, aire de instrumentos y aire de planta.
- c) Energía eléctrica. El suministro principal de la energía eléctrica fue por CFE, en caso de falla se consideró como energía de respaldo un generador de emergencia de 300 KW, adicionalmente un generador reubicado de la estación Huimilpan de 150 KW, ambos generadores son a gas. La estación contó con UPS para 8 horas de respaldo.
- d) Combustibles. Las instalaciones del proyecto usaron como combustible una parte del gas de proceso. La corriente de gas fue tomada de la etapa de filtración de succión de la estación y que fue acondicionada para ser utilizada en los motocompresores y los generadores de emergencia.

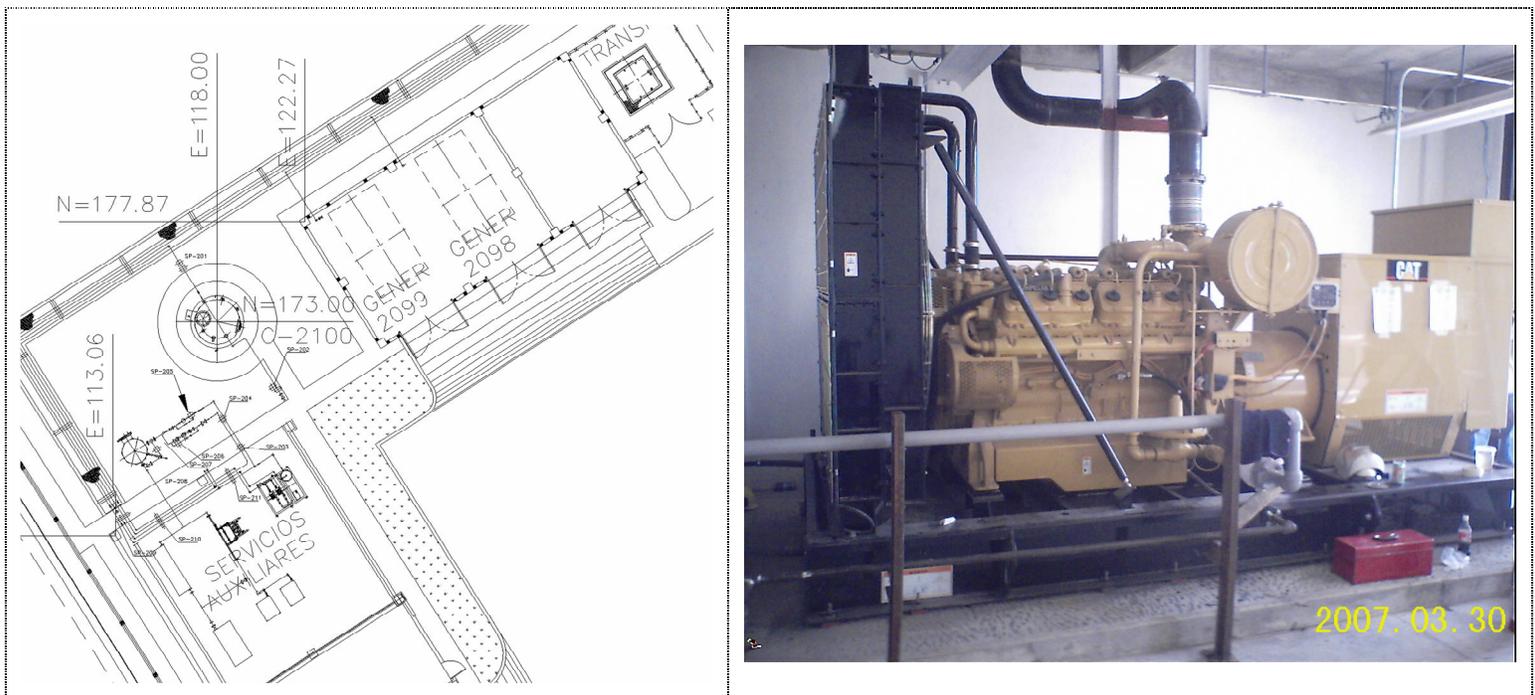


Figura 5.11 Arreglo de Tuberías y Construcción para el Área de Servicios Auxiliares.

Sistema Contra Incendio

Las unidades de compresión contaron con un sistema de detección de gas, estas unidades vinieron incluidas dentro del paquete del motocompresor y formaron parte del sistema de protección de las unidades. El edificio de motocompresores contó con detectores UV, localizados de manera que se cubra toda el área de las máquinas. Los edificios incluyeron detectores de humo y/o de alta temperatura que alarmen en caso de algún siniestro.

En todas las instalaciones se emplearon extinguidores portátiles de dióxido de carbono; excepto en los cuartos de control en donde se emplearon tipo ABC de polvo químico seco. Se instalaron alarmas sonoras y visibles dentro de las áreas de trabajo de la estación.

Operación De La Estación

El sistema fue controlado a través de un PLC de control de estación. Este sistema proporcionó los modos de operación de la estación, secuencia de válvulas, control y monitoreo de las variables de proceso (presión, temperatura, flujo), administración de la red de comunicación, comunicación con el SCADA y con el sistema de paro de la estación.

El PLC de estación también tuvo comunicación con los PLC's de los seis motocompresores, el PLC de seguridad, el generador de emergencia, el sistema de regulación de presión, el sistema de medición, el sistema de control de presión.

Eliminación De Desechos

- a) Emisiones al aire. En las instalaciones del proyecto se contempló la emisión de gases de combustión. Los gases de combustión fueron liberados principalmente por la operación de los motores de combustión interna de los compresores y por el generador de emergencia. Todas estas descargas a la atmósfera cumplieron con los contenidos permisibles de óxidos de nitrógeno (NOx's), óxidos de azufre (SOx's), monóxido de carbono, bióxido de carbono, hidrocarburos sin quemar, temperatura y exceso de aire

- b) Desechos sólidos. Desechos industriales y residuos peligrosos sólidos que se generaron por actividades de mantenimiento y/u operación (estopa sucia, medio filtrante, etc.), fueron trasladados a un área segura y aislada, que cumplió con los requerimientos mínimos de higiene, ventilación, distancia a locaciones laborales, entre otros. Se efectuó un almacenamiento temporal hasta su recolección por una compañía certificada y autorizada para su adecuado tratamiento y disposición.

- c) Desechos líquidos. En las instalaciones del proyecto fueron considerados la generación de los siguientes desechos líquidos:
 - * Aceite lubricante de desecho. Fue generado en la operación de los equipos rotatorios, como los compresores, generador de emergencia, compresores de aire, etc. Todo este efluente fue colectado en un sistema de drenaje cerrado que desembocó en un tanque de resguardo temporal de donde se trasvasó a carros-tanque o tambores para ser evacuados de las instalaciones del proyecto y recibir el tratamiento adecuado, siendo esto responsabilidad de una compañía certificada para su manejo.

 - * Condensados. Se contempló que en diversos equipos y sistemas del proyecto se pudieran presentar estas corrientes, tal es el caso de la etapa de filtración y coalescencia del gas antes de la compresión. La naturaleza de estos fluidos varía desde agua hasta hidrocarburos condensables a condiciones ambientales. Los condensados se enviaron a un sistema de drenaje cerrado que se descarga a un tanque de resguardo temporal. También se evacuaron de las instalaciones empleando tambores para tratamiento o disposición.

- * Drenajes aceitosos. Este drenaje fue abierto y tuvo puntos de colección en las áreas de proceso. El efluente que manejó fue agua de lavado que arrastró derrames de aceite o hidrocarburos en las áreas de proceso, por lo que el contenido normal de partículas oleosas no fue significativo.
- * Drenaje sanitario. Las aguas negras que se produjeron en las instalaciones del proyecto fueron dirigidas a un drenaje propio, integrado por trampas de grasas y registros, fosas sépticas y tanque de almacenamiento.
- * Drenaje pluvial. El agua de lluvias fue colectado dentro de las instalaciones y fue dirigido a un drenaje propio que desembocó al canal de riego.

Áreas de resguardo temporal de residuos peligrosos

La estación tuvo un área de resguardo de residuos peligrosos y contó con un cerramiento que evitó que el material se escapara o que causara contaminación a los alrededores, una ventilación adecuada y mantuvo una distancia mínima con el resto de las instalaciones del proyecto y con los límites de propiedad del proyecto. El material contenido dentro de estas áreas fue evacuado periódicamente para su tratamiento y/o disposición.

Edificios

Los edificios de control y administrativos se ubicaron a un mínimo de 30.5 m (100 ft) de los compresores. Los edificios de control fueron ubicados en área segura cerca de la entrada principal o salidas de emergencia, de tal forma que el personal pudiera evacuar en tiempo razonable las instalaciones en caso de emergencia. En el caso de talleres y almacenes generales fueron ubicados cerca de áreas seguras y con un acceso factible desde las unidades de proceso.

Instalaciones requeridas de almacenamiento

Se consideró el almacenamiento de glicol (TH-2096), aceite lubricante (TH-2201), aceite de desecho (TH-2095) y condensados (TH-2097), los tres primeros tanques se colocaron en una zona común que contó con un dique con capacidad suficiente para retener el derrame de los tres tanques y fue conectado a un tanque de drenaje aceitoso (TC-2093) de 12000 lts de capacidad. El tanque de almacenamiento de condensados recolectó condensados de los filtros de pre-filtros, filtros de succión, filtros de descarga (ver figura 5.12).

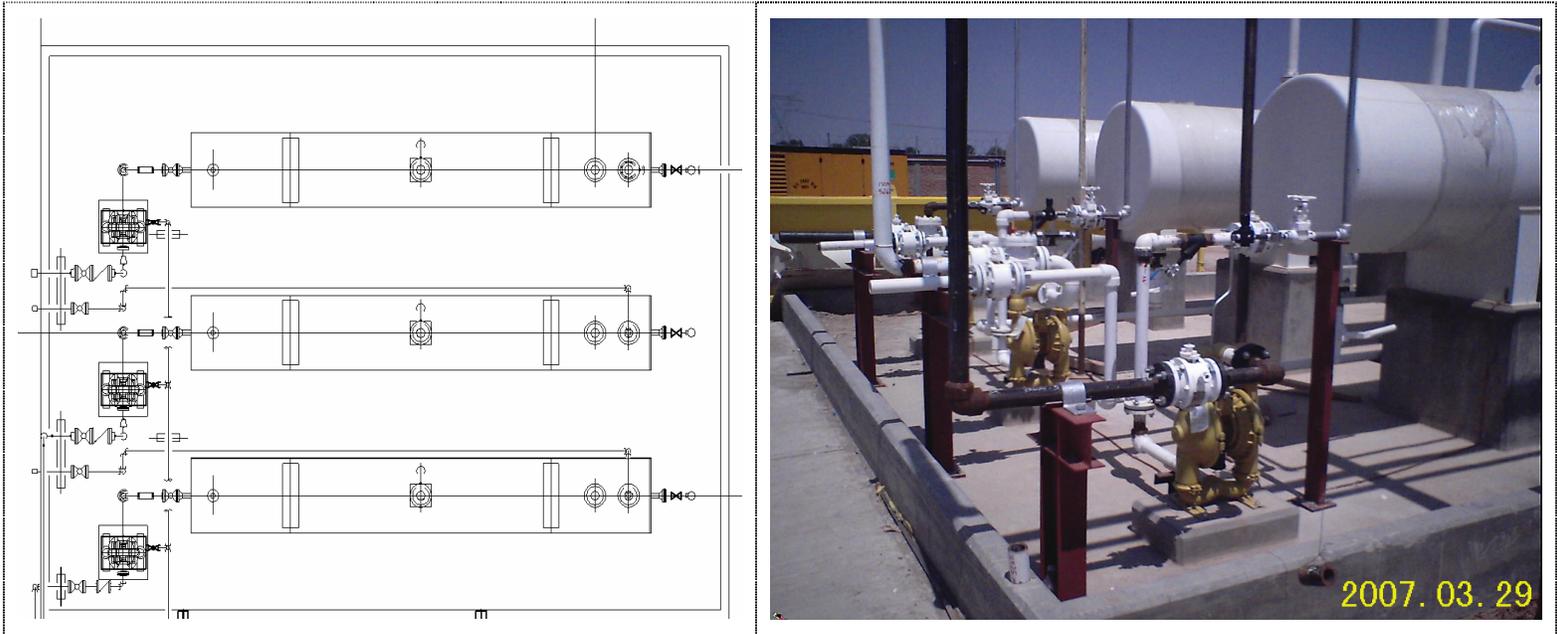


Figura 5.12 Arreglo de Tuberías y Construcción para el Área de Servicios Auxiliares.

Sistema de control

Se contó con un sistema de control que incluyó un sistema SCADA, el cual monitoreó la estación de compresión y los sitios de válvulas. Tuvo las facilidades para conectar este sistema al centro de control de PEMEX, mediante conexión satelital.

En el cuarto de control se ubicaron los equipos de operación, de configuración, los computadores de flujo de los patines de medición y de gas combustible, el sistema de detección de fugas, los servidores redundantes del sistema SCADA. Desde el cuarto de control pudo tenerse control y monitoreo de la estación de compresión, de los tres sitios de válvulas y de la válvula localizada en el parque industrial. La comunicación con estas válvulas fue satelital.

El sistema de control permitió el monitoreo de la estación durante las etapas de arranque, operación y paradas, pudo almacenar datos, para lo cual se contó con bases de datos de control de proceso y servicios de la estación, alarmas y registro de eventos secuenciales.

Protección mecánica y catódica

A fin de evitar problemas de corrosión, el ducto contó con un recubrimiento tricapa en la superficie externa de la tubería enterrada. En tuberías aéreas o sobre terreno se aplicó pintura. Además, se diseñaron y aplicaron sistemas de protección catódica para el gasoducto; juntas monolíticas se emplearon en los extremos del gasoducto en las cercanías de las trampas de diablos para aislar eléctricamente el gasoducto de las demás instalaciones.

Capítulo 6. Techint, S.A. de C.V.

Guillermo González Camarena 1200 Piso 7
Col. Centro de Ciudad Santa Fe
Del. Álvaro Obregón, C. P. 11560
Distrito Federal

6.1 Empresa

Techint Ingeniería y Construcción es un área de negocios del Grupo Techint. Ha logrado una fuerte presencia local en Latinoamérica, Europa, medio oriente y África. Este acercamiento "multilocal" le permite tener un profundo conocimiento de las prácticas comerciales locales, los estándares técnicos, las leyes y regulaciones, impuestos, instituciones financieras, sindicatos y subcontratistas en cada uno de estos países.

Gracias a su amplia y consolidada experiencia, Techint lyC puede diseñar e implementar proyectos de gran envergadura, hasta en los más complejos terrenos y de acuerdo con rigurosas exigencias ambientales. Es una compañía líder en áreas como petroquímica, refinería, minería, plantas industriales, plantas de tratamiento de agua, ductos, telecomunicaciones, transmisión de electricidad, tecnología de la información y sistemas de automatización, rutas y autopistas, terminales marítimas, puentes, presas y aeropuertos, entre otras.

Utilizando los sistemas y procedimientos más avanzados, es capaz de ejecutar proyectos utilizando las tecnologías que mejor se adaptan a las necesidades específicas de cada proyecto y cliente.

Techint entiende que las decisiones tomadas durante la etapa de ingeniería de un proyecto son críticas para asegurar el mejor producto para el cliente en términos de calidad, presupuesto y plazos. Se ejecuta en promedio más de 2.5 millones de horas por año de servicios de ingeniería y utiliza tecnología informática de última generación, como el Sistema de Diseño de Plantas en 3D y un Sistema de Administración de Materiales de desarrollo propio.

La Empresa ofrece una gama completa de servicios de ingeniería, incluyendo ingeniería básica, estudios de factibilidad técnica y económica, análisis de constructibilidad, servicios de presupuestación y consultoría especializada, planeamiento integral, ingeniería de detalle, y servicios de pre-comisionamiento, comisionamiento y puesta en marcha de plantas tanto para sus propios proyectos EPC como para los de terceros.

Techint lyC es sumamente flexible cuando se trata de aplicar la tecnología requerida por cada proyecto ya sea suministrada por clientes, terceros o socios. La Empresa cuenta con una amplia experiencia con proveedores de tecnología y ha desarrollado "joint ventures" con la mayoría de las principales empresas de Ingeniería, Suministros y Construcción internacionales.

El objetivo de Techint es terminar sus proyectos de acuerdo a lo planificado, sin accidentes, sin impacto para el medio ambiente y en conformidad con todos los requerimientos de calidad especificados. La empresa asume la responsabilidad total por todos los servicios de construcción, de acuerdo con la situación local y las necesidades de cada proyecto, ejecuta sus proyectos a través de contrataciones directas y/o subcontratistas locales o internacionales de confianza.

Con el fin de asegurar la concreción del proyecto, la empresa define estrategias y procedimientos en una etapa inicial a través del diseño de un detallado plan de ejecución de proyecto y su ingeniería. Utiliza estrictos sistemas y procesos de control de gestión que son específicamente adaptados a los requerimientos del proyecto y de los clientes.

Techint es una de las empresas de Ingeniería, Suministros y Construcción (EPC) líderes en México, especializada en proyectos de suma alzada y llave en mano para la industria energética, de petróleo y gas, productos petroquímicos, y siderúrgica. Establecida en 1954, la compañía creció de manera continua gracias a su participación en algunos de los proyectos industriales y de infraestructura más importantes en México y Centroamérica, como ductos, plantas petroquímicas y de gas, plantas de acero, hospitales, líneas de alta tensión, centrales eléctricas de ciclo combinado e hidroeléctricas y subestaciones transformadoras, instalaciones de manejo de carbono, plantas de energía de carbono y coque de petróleo.

La compañía ha realizado más de 200 proyectos, que incluyen grandes obras como la Central Hidroeléctrica de Aguamilpa (Nayarit) y la Terminal de Recibo y Manejo de Carbono de Petacalco (Michoacán). En años recientes, Techint México ha jugado un rol central en el desarrollo del sistema eléctrico nacional, construyendo más de 5,000 kilómetros de líneas de transmisión que representan 40% del mercado eléctrico. Sus proyectos se extienden desde el norte del país, en los estados de Baja California, Chihuahua, Sonora y Sinaloa, hasta el sur, en Yucatán y Quintana Roo, además de Michoacán, Nayarit, Querétaro, Guanajuato y la ciudad de México.

Techint México también proporciona servicios de mantenimiento a centrales eléctricas y plantas siderúrgicas, donde ha desarrollado importantes proyectos en manejo y transporte de materiales, como en la Terminal de Recibo y Manejo de Carbono para alimentar a la Central Termoeléctrica Presidente Elías Calles en Michoacán.

Entre otras actividades de Techint México destacan el diseño, ingeniería y construcción del Gasoducto de El Bajío y el suministro de equipos médicos y la construcción del Hospital General de Zona en Tijuana para el Instituto Mexicano del Seguro Social, IMSS.

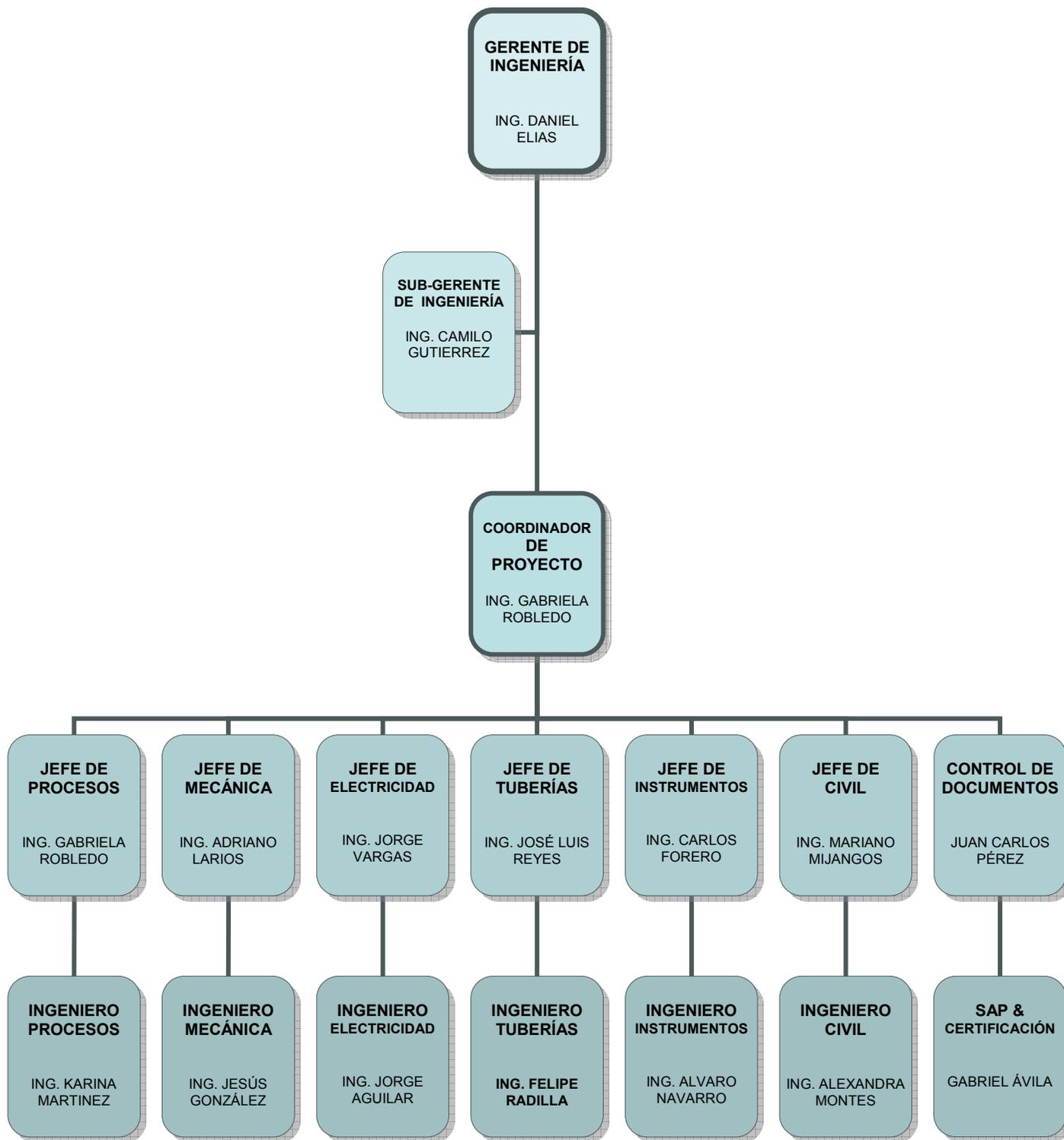
6.2 Posición en la Empresa

Puesto “Ingeniero Mecánico Junior”

Asignado dentro de la empresa en el Departamento de Ingeniería/Ductos, Especialidad de Tuberías y como responsable del área de materiales a desempeñarme en el proyecto “Libramiento Querétaro” y como parte del programa de Jóvenes Profesionales.

INGRESO: 08 de Febrero del 2006 hasta 02 de septiembre de 2008.

6.3 Estructura Organizacional del Departamento de Ingeniería, Área de Ductos



Capítulo 7. Comentarios y Conclusiones

Como ingeniero la cantidad de materiales de la que se puede disponer en la industria es muy grande, además cientos de nuevas clases de materiales aparecen en el mercado y la importancia que tiene conocer sus propiedades físicas, mecánicas y estructurales. Sin embargo hoy en día el conocimiento de las propiedades anteriores no es suficiente sino se consigue relacionar esas propiedades con las normas de fabricación ASME, API, ASTM, MSS, NACE, AISI. De esto depende en buena medida el comprender como habrá de comportarse un material en ciertas condiciones de servicio y de esa manera considerar sus características para cierta aplicación.

El desempeñarme como ingeniero de materiales para el área de tuberías me permitió conocer a detalle las propiedades, estructura, comportamiento, características, estándares, normas, costos y aplicaciones de ciertos materiales; así como la selección de los materiales que funcionaron con seguridad y prestaron un servicio adecuado al menor costo, establecer los criterios con que deben construirse las instalaciones del proyecto y establecer los procedimientos base para la elaboración de requisiciones de materiales, la selección adecuada y el correcto manejo de los suministros de los materiales de tubería. También conocer la principal responsabilidad que tienen un ingeniero en el diseño, construcción y operación que es la *seguridad*.

Para seleccionar un material para un servicio determinado, recomiendo determinar los criterios técnicos de diseño que nos encaminen a la selección rápida e inteligente de los materiales de tubería, cumpliendo con los requerimientos técnicos para soportar las condiciones de servicio predichas en el diseño y asegurar que las instalaciones sean seguras y adecuadas.

Uno de los objetivos se cumplió con este informe ya que se establecieron los criterios y procedimientos indispensables en la selección de los componentes de tubería y elaboración de Requisiciones de Materiales. El resultado obtenido para el proyecto fue la selección correcta de los materiales cumpliendo con los requerimientos técnicos de diseño, reducción del material sobrante, mejorar la disponibilidad de los materiales en sitio, instalaciones seguras, detección de los problemas del potencial suministro de material, duplicación de actividades, correcto manejo de los materiales ubicados en el almacén, optimización del proceso de fabricación y construcción.

Las normas, estándares y especificaciones (ASME, API, ASTM, MSS, NACE, AISI) determinaron los criterios con que fueron diseñados y construidos los arreglos de tubería que transportaron los fluidos de proceso y servicios auxiliares en las instalaciones del proyecto y se dispuso con la base para la elaboración de las Requisiciones de Materiales. La importancia que tuvieron las requisiciones de materiales fue que en estas se especificaron las condiciones técnicas y requerimientos que deberían ser cumplidos por el fabricante de los componentes del sistema de tuberías.

Los componentes de tuberías que seleccioné como parte de las instalaciones, fueron los adecuados para brindar un servicio seguro bajo las condiciones de operación del sistema sin presentar falla o fuga y sin demeritar la seguridad y calidad del servicio. Los criterios más importantes para la elección del material más adecuado que considero son: (1) las condiciones en que el material prestaría servicio (presión y temperatura) y las propiedades requeridas por el material para dicho servicio, (2) la degradación que el material experimenta en servicio, (3) funcionar con seguridad y prestar un servicio adecuado al menor costo posible en una aplicación dada, (4) composición química y densidad del fluido a manejar, (5) factores de corrosión y su control, (6) factores de diseño y (7) resultados de materiales utilizados mediante experiencias adquiridas.

Otro de los objetivos con este informe se cumplió ya que se estableció el procedimiento para el control y manejo del programa Puma[®]/Cosmo[®], este consistió en módulos conectados lógicamente y que cubrieron todas las áreas de control y manejo de los materiales de tubería, esta herramienta permitió al proyecto la ejecución de actividades de administración de los materiales de tubería, produciendo alta calidad de resultados.

La importancia del manejo de PUMA[®] permitió al área de materiales (1) elaborar las especificaciones de tubería de acuerdo a los criterios de diseño, (2) definir y optimizar las listas de fluidos y listas de líneas, (3) codificar los componentes de los materiales de tubería, (4) contabilizar los materiales de tubería y determinar la base de datos (MTO), (5) generar y emitir las requisiciones de materiales de acuerdo al MTO que se generó en etapas previas (6) integrar la base de datos con el sistema de Compra – Expedición – Departamento Logístico mediante la transferencia del MTO al SAP[®].

El manejo y control global de las etapas de los materiales de tubería para el proyecto Libramiento Querétaro se inició con la contabilización de los materiales de acuerdo a los arreglos de tubería e isométricos del área de diseño emitidos para construcción, determinando así el MTO del proyecto, con lo anterior se contó con la base para generar las Requisiciones de Materiales respectivas (1) desde PUMA[®] y (2) MR's como listas de materiales necesarias para la ejecución del proyecto; posteriormente el MTO generado se transfirió al SAP[®] en donde se efectuaron todos los procesos de control y manejo de las órdenes de compra de los materiales; finalmente mediante COSMO[®] se controló el almacén, habilitaciones para producción y activación de faltantes de los materiales.

Aunque se contabilizó el 100% de los arreglos de tuberías generados por el área de diseño y se les dio seguimiento a través de las diferentes etapas del proyecto, se presentaron algunos faltantes en campo (1) debido a que algunas líneas principalmente de 3" de diámetro y menores sufrieron cambios en su diseño original puesto que existieron algunas interferencias con tuberías de diámetros mayores y (2) para realizar la prueba hidrostática se consideró la implementación de más venteos y drenajes de los que inicialmente se habían establecido en la etapa de diseño, por lo que tuve que realizar continuamente un balance de los materiales y detectar esos faltantes para gestionarlos lo antes posible al departamento de compras.

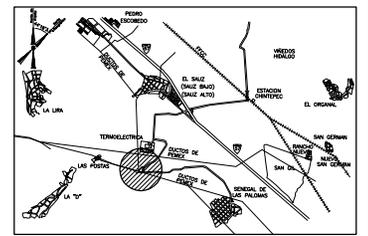
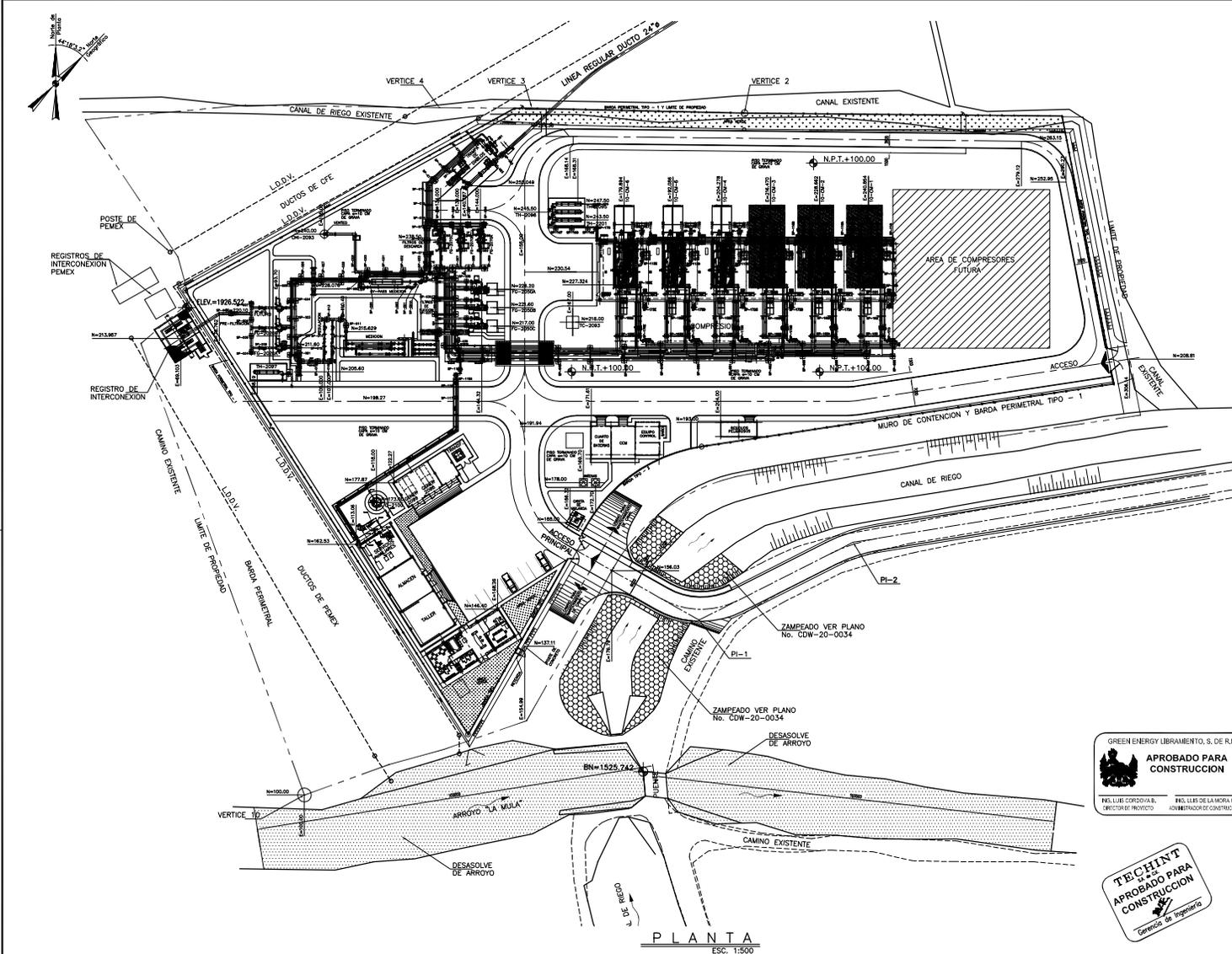
Referencias Bibliográficas

1. ASME "AMERICAN SOCIETY FOR MECHANICAL ENGINEERS"
2. ASTM "AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS"
3. ENGINEERING MATERIALS: AN INTRODUCTION TO PROPERTIES APPLICATIONS AND DESIGN
MICHALES F. ASHBY
BUTTERWORTH - HEINEMANN, 2^{DA} ED, 320 PAGS.
4. ESP-K-4105-N2 "ESPECIFICACIÓN DE COMPRA PARA MATERIALES DE TUBERÍA"
PEMEX – PETRÓLEOS MEXICANOS (2005)
5. ESP-K-4400-N2 "ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES PARA TUBERÍA"
PEMEX – PETRÓLEOS MEXICANOS (2005)
6. ESP-K-4005-N2 "ESPECIFICACIÓN PARA VÁLVULAS DE COMPUERTA, GLOBO Y RETENCIÓN"
PEMEX – PETRÓLEOS MEXICANOS (2005)
7. ESP-K-4010-N2 "ESPECIFICACIÓN PARA VÁLVULAS DE BOLA, MARIPOSA Y TAPÓN"
PEMEX – PETRÓLEOS MEXICANOS (2005)
8. FUNDAMENTOS DE LA CIENCIA DE LOS MATERIALES
WILLIAM F. SMITH Y HASHEMI JAVAD
MC-GRAW-HILL, 2^{DA} ED, 1060 PAGS.
9. INTRODUCCIÓN A LA CIENCIA E INGENIERÍA DE LOS MATERIALES
WILLIAM D. CALLISTER JR.
REVERTÉ S.A., TOMO I, 1^{RA} ED, 520 PAGS.
10. K-101 "NORMA DE TUBERÍA"
PEMEX – PETRÓLEOS MEXICANOS (2006)
11. LA INDUSTRIA DEL GAS NATURAL EN MÉXICO
MIGUE H. MÁRQUEZ
COLEGIO DE MÉXICO, 2^{DA} ED.
12. MANUAL DE MATERIALES
GEORGE S. BRADY
CONTINENTAL, 1180 PAGS.
13. MATERIALS FOR DESIGN
VICTORIA BALLARD BELL AND PATRICK RAND
PRINCETON ARCHITECTURAL PRESS, 1^{RA} ED, 272 PAGS.
14. MATERIALES DE INGENIERÍA Y SUS APLICACIONES
RICHARD A. FLYNN Y PAUL K. TROJAN
MC-GRAW-HILL, 3^{RA} ED, 541 PAGS.
15. MATERIALES PARA INGENIERÍA
LAWRENCE H. VAN VLACK
CONTINENTAL, 2^{DA} ED

16. NRF-030-PEMEX-2003 “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE DUCTOS”
PEMEX – PETRÓLEOS MEXICANOS (2003)
17. NRF-032-PEMEX-2005 “DISEÑO Y ESPECIFICACIONES DE MATERIALES”
PEMEX – PETRÓLEOS MEXICANOS (2005)
18. PIPE LINE RULES OF THUMB HANDBOOK
E. W. MCALLISTER
GULF PUBLISHING COMPANY, 4^{TA} ED.
19. PROCESS PLANT LAYOUT AND PIPING DESIGN
ED BAUSBACHER, ROGER HUNT
PRENTICE HALL, 4^{TA} ED.
20. PROYECTOS EN INGENIERÍA
ANA MARIA NIETO, MARIANO LUNA MORENO
RUSTICA, 4^{TA} ED.

Apéndice A Documentación requerida para el diseño del proyecto.

No. DE ARCHIVO: PDW-20-5104



CROQUIS DE LOCALIZACION
SIN/ESC.

LISTA DE EQUIPOS

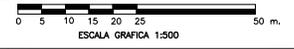
TAG	DESCRIPCION	NOTAS
C-2100	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE	
CH-2093	COLUMNA DE VIENTO	
FE-201A	PRIMER TUBO DE MEDICION	
FE-201B	SEGUNDO TUBO DE MEDICION	
FE-205	TUBO DE CALIBRACION	
FE-206	PATIN DE BT-PAES	
FG-2000A	PREFILTRO 200 MMPCD	
FG-2000B	PREFILTRO 200 MMPCD	
FG-XXXXX	PREFILTRO	FUTURO
FG-2005A	FILTRO DE SUCCION 150 MMPCD	
FG-2005B	FILTRO DE SUCCION 150 MMPCD	EQUIPO REUBICADO
FG-2005C	FILTRO DE SUCCION 150 MMPCD	EQUIPO REUBICADO
FG-2007A	FILTRO DE DESCARGA 150 MMPCD	
FG-2007B	FILTRO DE DESCARGA 150 MMPCD	
FG-2007C	FILTRO DE DESCARGA 150 MMPCD	EQUIPO REUBICADO
10-CM-1	PAQUETE DE COMPRESION DE GAS NATURAL	EQUIPO REUBICADO
10-CM-2	PAQUETE DE COMPRESION DE GAS NATURAL	EQUIPO REUBICADO
10-CM-3	PAQUETE DE COMPRESION DE GAS NATURAL	EQUIPO REUBICADO
10-CM-4	PAQUETE DE COMPRESION DE GAS NATURAL	
10-CM-5	PAQUETE DE COMPRESION DE GAS NATURAL	
10-CM-6	PAQUETE DE COMPRESION DE GAS NATURAL	
GE-2098	GENERADOR DE EMERGENCIA	
GE-2099	GENERADOR DE EMERGENCIA	EQUIPO REUBICADO
PK-2091	PAQUETE DE SUMINISTRO DE AIRE DE PLANTA E INSTRUMENTOS	
TA-2091	TANQUE ACUMULADOR DE AIRE	
TD-2093	TANQUE DE DRENAJE ACETOSOS	
TD-2060	TRAMPA DE ENVIO DE DIABLOS	
TH-2095	TANQUE DE ACEITE DE DESECHOS	
TH-2096	TANQUE DE GLICOL	
TH-2097	TANQUE DE CONDENSADOS	
TH-2201	TANQUE DE ACEITE LUBRICANTE	

NOTAS

- 1.- ACOTACION EN METROS
- 2.- EL NIVEL DE LA TUBERIA DEL GASODUCTO SERA DE ACUERDO A LOS PLANOS DE TRAZO Y PERFIL (ALINEAMIENTO).
- 3.- N.P.T. EL 100.000 ES TOMADO COMO REFERENCIA Y CORRESPONDE AL N.P.T. EL +1926.00
- 4.- PARA LA ELABORACION DE ESTE PROYECTO LAS REFERENCIAS SERAN CON LAS COORDENADAS LOCALES DE LA PLANTA DEFINIDAS CON COORDENADAS UTM, X=382,985,208 - Y=2,281,608,898 COORDENADAS LOCALES N=100.00 , E=100.00 POR EL VERTICE V-10.

SIMBOLOGIA

- [Hatched Box] EQUIPOS REUBICADOS
- [Dotted Box] INSTALACIONES FUTURAS
- [Line] ELEVACION
- [Natural Line] N.T.N. NIVEL DE TERRENO NATURAL
- [Dashed Line] N.P.T. NIVEL DE PISO TERMINADO
- [Dotted Line] N.T.T. NIVEL DE TERRACERIA TERMINADA
- [Dashed Line] N.B. NIVEL DE BANQUETA
- [Dashed Line] L.D.I.V. LIMITE DE DERECHO DE VIA
- [Dashed Line] S.E. SALIDA DE EMERGENCIA



REVISIONES				PLANOS DE REFERENCIA			
C. P.	FECHA	REV.	DESCRIPCION	FECHA	POR	Vo.Bo.	No.
		0	APROBADO PARA CONSTRUCCION	07/03/06	JLR	ELD	33301-C-DW-20-0023
		1	REVISION GENERAL	20/03/06	JLR	ELD	33301-C-DW-20-0027
		2	SE MODIFICA LO INDICADO	19/04/06	JLR	ELD	
		3	REVISION GENERAL	15/07/06	JLR	ELD	
		4	SE MODIFICA LO INDICADO	16/10/06	JLR	ELD	

GREEN ENERGY, S. DE R.L.

TECHINT
S.A. de C.V.

AUTORIZO

DIBUJO	CAS	19/04/06
REVISO	FAF	19/04/06
VERIFICO	MMA	19/04/06
APROBO	ELD	19/04/06

TECHINT FIRMA FECHA

ESCALA: INDICADA
ACOTACION: M.

**LIBRAMIENTO QUETERARO
GREEN ENERGY, S. DE R.L.**

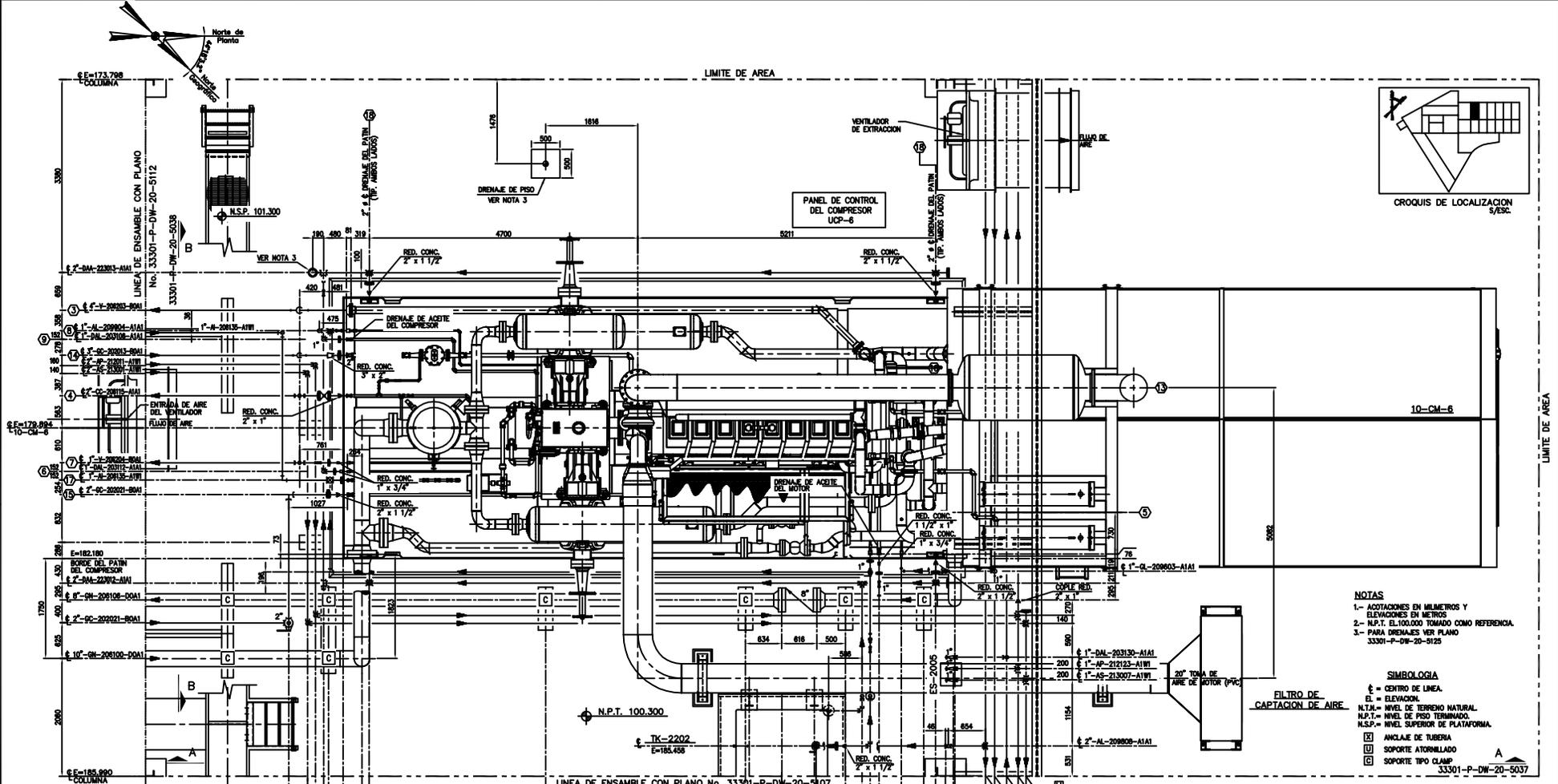
**ESTACION DE COMPRESION "EL SAUZ"
PLOT PLAN**

PROYECTO TECHINT No: MEJ-330 PLANO No: 33301-P-DW-20-5104

LOCALIZACION: PEDRO ESCOBEDO, GTO.

FORMATO: D No. DE ARCHIVO: PDW-20-5104 ESC. DE PLOTED: 1:1

No. DE ARCHIVO: POW2051063



NOTAS
 1.- ACOTACIONES EN MILIMETROS Y ELEVACIONES EN METROS
 2.- N.P.T. EL 100.000 TOMADO COMO REFERENCIA
 3.- PARA DRENAJES VER PLANO 33301-P-DW-20-5037

SIMBOLOGIA
 □ = CENTRO DE LINEA
 □ = ELEVACION
 N.T.M. = NIVEL DE TERRENO NATURAL
 N.P.T. = NIVEL DE PISO TERMINADO
 N.S.P. = NIVEL SUPERIOR DE PLATAFORMA
 □ = ANCLAJE DE TUBERIA
 □ = SOPORTE ATORNILLADO
 □ = SOPORTE TIPO CLAMP
 33301-P-DW-20-5037

IDENTIFICACION DE BOQUILLAS
 ① 1/2"-800# NPTM SUCCION DE GAS
 ② 1/2"-800# NPTM ESCARROBA DE GAS
 ③ CABEZAL DE ALMHO
 ④ 1"-3000# NPT DRENAJE DEL SEPARADOR LIQUIDO
 ⑤ 2" SALIDA DE VIENTO CONTROLADO
 ⑥ 3/4"-3000# NPT DIST. PIECE VENT & DRAIN
 ⑦ 3/4"-3000# NPT PACKING VENT & DRAIN
 ⑧ 1"-3000# REPOSICION DE ACEITE DEL COMPRESOR
 ⑨ 1"-3000# NPT DRENAJE DE ACEITE DEL COMPRESOR
 ⑩ 1"-3000# REPOSICION DE ACEITE PARA MOTOR
 ⑪ 1/2"-3000# NPT DRENAJE DE ACEITE DEL MOTOR
 ⑫ 3/4"-3000# NPT LIQUIDO Y DRENAJE DE REFRIGERANTE
 ⑬ 1/2"-ESCAPE DEL MOTOR
 ⑭ 2"-3000# NPT ENTRADA DE GAS COMBUSTIBLE
 ⑮ 1 1/2"-3000# NPT ENTRADA DE GAS DE ARRANQUE
 ⑯ 3/4" 3000# NPT BOMBA DE SALIDA DE LUBRICANTE DEL MOTOR
 ⑰ 1"-3000# NPT CABEZAL DE ENTRADA DE AIRE DE INSTRUMENTOS
 ⑱ 1 1/2"-3000# NPT DRENAJE DEL PATIN

REVISIONES		PLANOS DE REFERENCIA						
C. P.	FECHA	REV.	DESCRIPCION	FECHA	POR	VO. BO.	No.	DESCRIPCION
		1	APROBADO PARA CONSTRUCCION	24/04/06	J.L.R.	E.L.D.	33301-P-DW-20-5106	PLAT PLAN
		2	REVISION GENERAL	27/05/06	J.L.R.	E.L.D.	33301-P-DW-20-5106	DISTRIBUCION DE AREAS
		3	SE APLICAN COMENTARIOS DEL CLIENTE	16/11/06	J.L.R.	E.L.D.	33301-P-DW-20-5106	ANEXO DE TUBERIAS (LINEAS DE DRENAJE ENTERRADO)
		4	SE CAMBIO TIPO DE LINEA DE AIRE DE INSTRUMENTOS	25/12/06	J.L.R.	E.L.D.		



GREEN ENERGY, S. DE R.L.



TECHINT
S.A. DE C.V.

LIBRAMIENTO QUERETARO
GREEN ENERGY, S. DE R.L.

ESTACION DE COMPRESION "EL SAUZ"
ARRREGLO DE TUBERIAS
COMPRESOR 10-CM-6

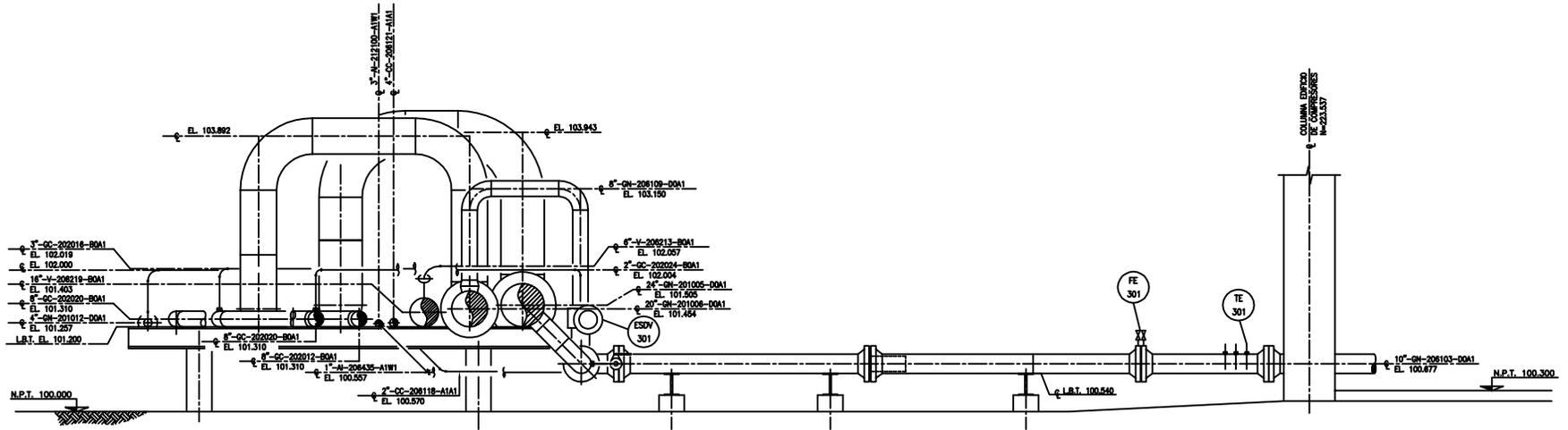
PROYECTO TECHINT No. MEJ-330 PLANO No. 33301-P-DW-20-5106 3

LOCALIZACION: PEDRO ESCOBEDO, GTO.

FORMATO: D No. DE ARCHIVO: POW2051063 ESC. DE PLATO: 1 : 1

Apéndice A Documentación requerida para el diseño del proyecto.

No. DE ARCHIVO: POW205050



ELEVACION "A - A"
DE PLANO 33301-P-DW-20-5116



SIMBOLOGIA

- CL = CENTRO DE LINEA.
- EL = ELEVACION.
- N.T.N. = NIVEL DE TERRENO NATURAL.
- N.P.T. = NIVEL DE PISO TOMADO.
- N.S.P. = NIVEL SUPERIOR DE PLATAFORMA.
- L.B.T. = LECHO BAJO DE TUBERIA.
- N.S.E. = NIVEL DESPLANTE DE EQUIPO.
- N.S.E. = NIVEL SUPERIOR DE ESTRUCTURA.
- N.C.B. = NIVEL CARA DE BOGUELA.

NOTAS

- 1.- ADICIONES EN MILIMETROS, ELEVACIONES EN METROS.
- 2.- EL NIVEL DE LA TUBERIA DEL GASODUCTO SERA DE ACUERDO A LOS PLANOS DE TRAZO Y PERFIL (ALINEAMIENTO).
- 3.- N.P.T. EL 100.000 TOMADO COMO REFERENCIA.

REVISIONES			PLANOS DE REFERENCIA		
C. P.	FECHA	REV.	FECHA	POR	No.
		0	13/11/08	A.B.	33301-P-08-20-5104
					33301-P-08-20-5108
					33301-P-08-20-5113
					33301-C-08-19-0511

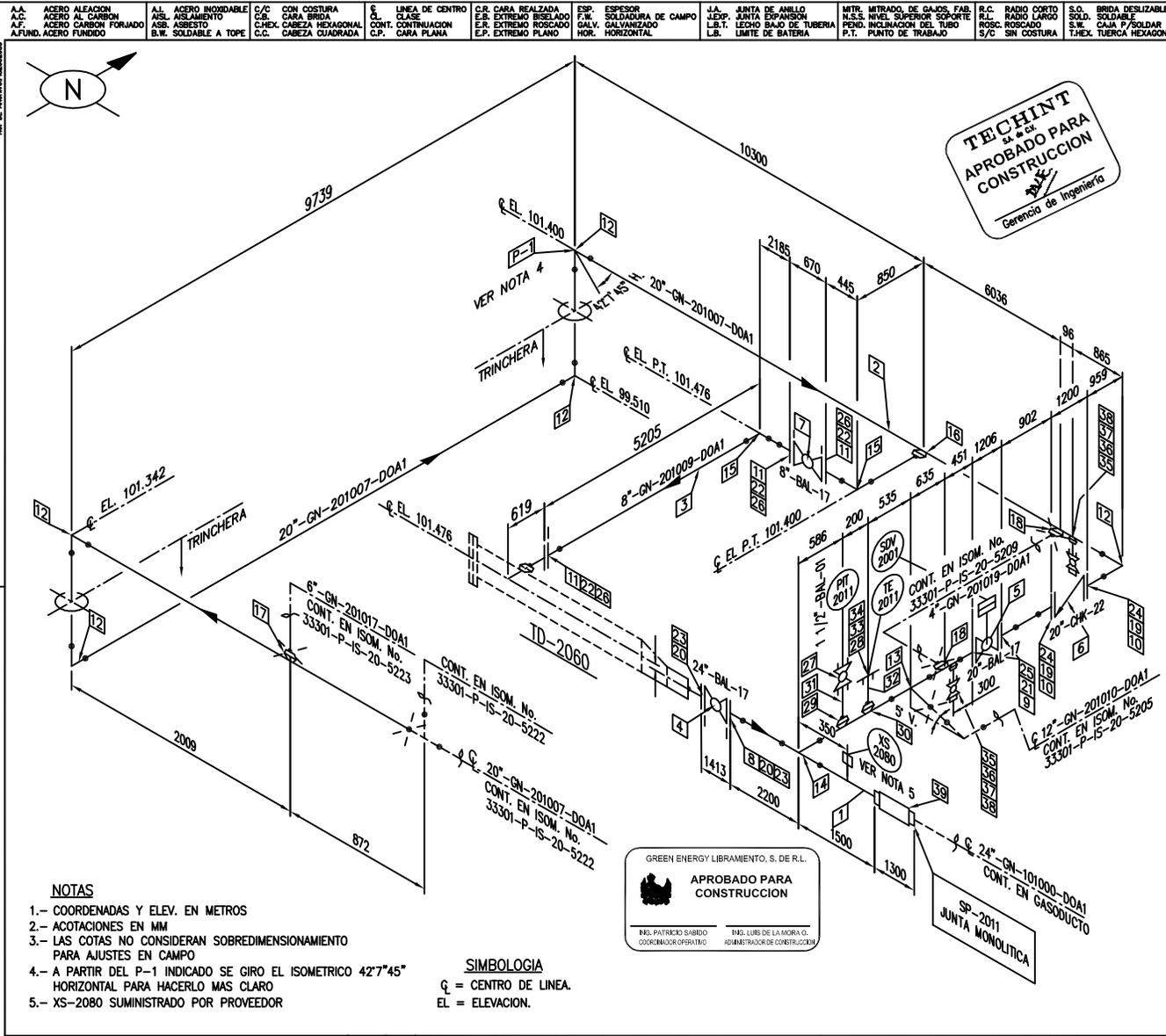


AUTORIZO		
DISEÑO	MES	24/04/08
REVISO	ROE	24/04/08
VERIFICO	JLR	24/04/08
APROBO	ELD	24/04/08
TECHINT	FIRMA	FECHA

LIBRAMIENTO QUERETARO GREEN ENERGY, S. DE R.L.		
ESTACION DE COMPRESION "EL SAUZ" ARRREGLO DE TUBERIAS ELEVACION, RACK COMPRESORES		
PROYECTO TECHINT No.	MEJ-330	PLANO No.
LOCALIZADOR	PEDRO ESCOBEDO, GRC.	33301-P-DW-20-5050
ESCALA	1 : 30	REV.
ADICION	mm	0

FORMATO: 0 No. DE ARCHIVO: POW205050 ESC. DE PLOTEO: 1 : 30

Apéndice A Documentación requerida para el diseño del proyecto.



- NOTAS**
- COORDENADAS Y ELEV. EN METROS
 - ACOTACIONES EN MM
 - LAS COTAS NO CONSIDERAN SOBREDIMENSIONAMIENTO PARA AJUSTES EN CAMPO
 - A PARTIR DEL P-1 INDICADO SE GIRO EL ISOMETRICO 42.7°45' HORIZONTAL PARA HACERLO MAS CLARO
 - XS-2080 SUMINISTRADO POR PROVEEDOR

SIMBOLOGIA
 C = CENTRO DE LINEA.
 EL = ELEVACION.

GREEN ENERGY LIBRAMIENTO, S. DE R.L.
APROBADO PARA CONSTRUCCION
 ING. PATRICIO SARDIO COORDINADOR OPERATIVO
 ING. LUIS DE LA MORAL ADMINISTRADOR DE CONSTRUCCION

REVISIONES		PLANOS DE REFERENCIA					
C.P.	FECHA	REV.	DESCRIPCION	FECHA	POR	NO.	DESCRIPCION
	25/07/08	1	REVISION GENERAL	25/07/08	J.R.	33301-C-08-20-000	DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION ESTACION "EL SAUZI"
	25/08/08	2	RE AGREGACION INSTRUMENTOS (TE-2011 Y PP-2011) Y ORDENAJES	25/08/08	J.R.	33301-P-08-20-010	ANILLO DE TUBERIA AREA DE TRAMPA DE DIABLOS 10-2000
	15/11/08	3	REVISION GENERAL	15/11/08	J.R.		
	24/12/08	3	BORRADOR DE BORSA	24/12/08	J.R.		

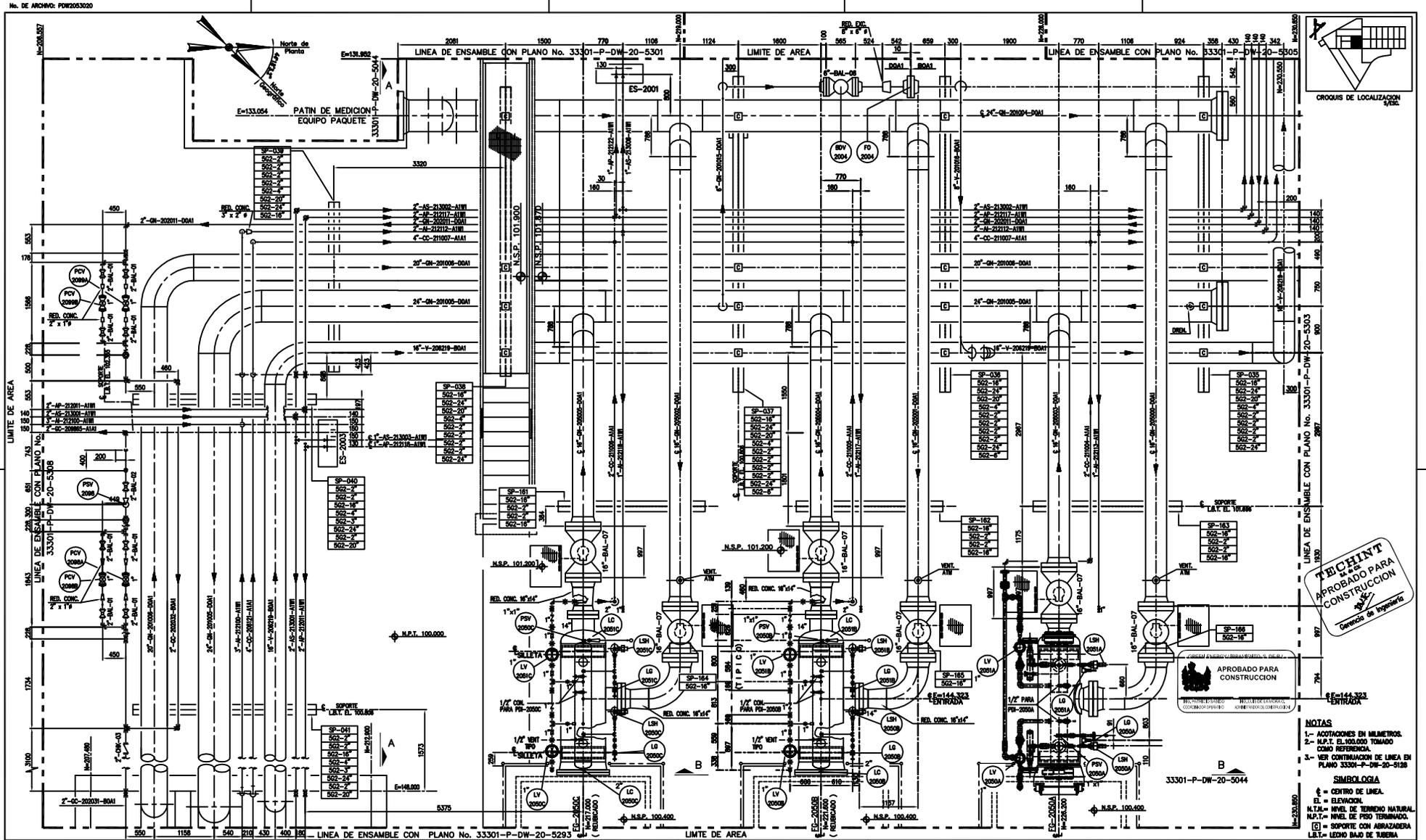
AUTORIZADO		PROYECTO	
DIBUJO	C.R.O.	PROYECTO	FECHA
		TECHINT	17/07/08
		VERIFICADO	17/07/08
		APROBADO	17/07/08
		TECHINT	17/07/08

GREEN ENERGY, S. DE R.L.

TECHINT S.A. DE C.V.

LISTA DE MATERIALES			
PART. NO.	DESCRIPCION DEL COMPONENTE	DIAMETRO (Pulg.)	CANTIDAD
1	TUBERIA, 24" D.N., 0.408" ESP., ACERO AL CARBON, API 5L GRADO X-65, DSAW, DOBLE LARGO, EXTREMOS BISELADOS	24"	4 m.
2	TUBERIA, 20" D.N., 0.344" ESP., ACERO AL CARBON, API 5L GRADO X-65, DSAW, DOBLE LARGO, EXTREMOS BISELADOS	20"	41 m.
3	TUBERIA, 8" CED. 80, ACERO AL CARBON, ASTM A-106 GR. B, SIN COST, DR.L, EXTREMOS BISELADOS	8"	9 m.
4	VALVULA DE BOLA 24", CLASE 600#, RT4, PASO COMPLETO, ASTM A-350 GR LF2, ENP BOLA, ASIENTOS SUAVES, A PRUEBA DE FUEGO, TRUNNION MOUNTED, DB&B W/LUBR. SEAT BACK-UP, STD. API 6D, OPERADA CON ENGRANES, TRIM 8.	24"	1 PZA.
5	VALVULA DE BOLA 20", CLASE 600#, RT4, PASO COMPLETO, ASTM A-350 GR LF2, ENP BOLA, ASIENTOS SUAVES, A PRUEBA DE FUEGO, TRUNNION MOUNTED, DB&B W/LUBR. SEAT BACK-UP, STD. API 6D, OPERADA CON ENGRANES, TRIM 8.	20"	1 PZA.
6	VALVULA CHECK, DE 20" TIPO COLUMPIO CLASE 600#, C.R.L., ASTM A-216 GR. WCB, ASIENTOS ENDURECIDOS STL 66, API TRIM 8 PASO COMPLETO HORIZONTAL, CON RETARDADOR	20"	1 PZA.
7	VALVULA DE BOLA 8", CLASE 600#, RT4, PASO COMPLETO, ASTM A-350 GR LF2, ENP BOLA, ASIENTOS SUAVES A PRUEBA DE FUEGO, TRUNNION MOUNTED, DB&B W/LUBR. SEAT BACK-UP, STD. API 6D, OPERADA CON ENGRANES, TRIM 8.	8"	1 PZA.
8	BRIDA DE CUELLO SOLDABLE DE 24" DIAM., CLASE 600 #, RT4, MSS-SP-44 GR. F-65, BORE 23.188"	24"	1 PZA.
9	BRIDA DE CUELLO SOLDABLE DE 20" DIAM., CLASE 600 #, RT4, MSS-SP-44 GR. F-65, BORE 19.312"	20"	2 PZAS.
10	BRIDA DE CUELLO SOLDABLE DE 20" DIAM., CLASE 600 #, CARA REALZADA, MSS-SP-44, GRADO F-65, BORE 19.312"	20"	2 PZAS.
11	BRIDA DE CUELLO SOLDABLE DE 8" DIAM., CLASE 600 #, RT4, ASTM A-105, BORE 7.625"	8"	3 PZAS.
12	CODO 90°, R.L., 20" DIAM., 0.344" W.T., MSS-SP-75, GR. WPHY-65, EXTREMOS BISELADOS	20"	5 PZAS.
13	TE REDUCCION, 20"x20"x12" DIAM., 0.344" x 0.375 ESP., MSS-SP-75 GRADO WPHY-65, EXTREMOS BISELADOS	20"x12"	1 PZA.
14	TE REDUCCION, 24"x24"x20" DIAM., 0.408" x 0.344 ESP., MSS-SP-75 GRADO WPHY-65, CON BARRAS P/PASO DE DIABLOS, EXTREMOS BISELADOS	24"x20"	1 PZA.
15	CODO 90°, R.L., 8" DIAM., CED. 80, A.C. ASTM A-234 GR. WPB, SIN COST., EXTREMOS BISELADOS	8"	2 PZAS.
16	WELDOLET, 20" DIAM., 0.344" ESP. x 8" DIAM., CED. 80, MSS-SP-97 ASTM A-105, A. F.	20"	1 PZA.
17	WELDOLET, 20" DIAM., 0.344" ESP. x 8" DIAM., CED. 80, MSS-SP-97 ASTM A-105, A. F.	20"	1 PZA.
18	WELDOLET, 20" DIAM., 0.344" ESP. x 4" DIAM., CED. 80, MSS-SP-97 ASTM A-105, A. F.	20"	2 PZAS.
19	EMPAQUE CLASE 600# C.R. 1/8" ESP., 304 A.I. ESPIROMETALICO, RELLENO DE MATERIAL NO ASBESTO, ANILLO METALICO CENTRADOR, RECUBIERTO DE CADMIO, ASME/ANSI B16.5, B16.20	20"	2 PZAS.
20	D.N. ACERO SUAVE, DUREZA MAXIMA ROTBRIELL (R77)	24"	2 PZAS.
21	EMPAQUE JUNTA DE ANILLO (RTJ), CLASE 600# DE FORMA OVAL PARA BRIDA DE 20" D.N. ACERO SUAVE, DUREZA MAXIMA ROTBRIELL (R73)	20"	2 PZAS.
22	EMPAQUE JUNTA DE ANILLO (RTJ), CLASE 600# DE FORMA OVAL PARA BRIDA DE 8" D.N. ACERO SUAVE, DUREZA MAXIMA ROTBRIELL (R49)	8"	3 PZAS.
23	ESPARRAGOS DE ACERO AL CARBON ASTM A-193 GR. B7, CON TRATAMIENTO TERMICO DE TEMPLE REVENIDO CON UN DIAMETRO DE 1 7/8" UNA LONGITUD TOTAL DE 14 3/4" CON DOS TUERCAS HEXAGONALES DE ACERO AL CARBON ASTM A-194 GR. 2H (PARA BRIDAS 24" 600# RTJ), CON RECUBRIMIENTO A BASE DE ELECTROPOSITO DE ZINC.	24"	48 PZAS.
24	ESPARRAGOS DE ACERO AL CARBON ASTM A-193 GR. B7, CON TRATAMIENTO TERMICO DE TEMPLE REVENIDO CON UN DIAMETRO DE 1 1/2" UNA LONGITUD TOTAL DE 12 1/2" CON DOS TUERCAS HEXAGONALES DE ACERO AL CARBON ASTM A-194 GR. 2H (PARA BRIDAS 20" 600# RTJ), CON RECUBRIMIENTO A BASE DE ELECTROPOSITO DE ZINC.	20"	48 PZAS.
25	ESPARRAGOS DE ACERO AL CARBON ASTM A-193 GR. B7, CON TRATAMIENTO TERMICO DE TEMPLE REVENIDO CON UN DIAMETRO DE 1 1/8" UNA LONGITUD TOTAL DE 12 1/2" CON DOS TUERCAS HEXAGONALES DE ACERO AL CARBON ASTM A-194 GR. 2H (PARA BRIDAS 20" 600# RTJ), CON RECUBRIMIENTO A BASE DE ELECTROPOSITO DE ZINC.	20"	48 PZAS.
26	ESPARRAGOS DE ACERO AL CARBON ASTM A-193 GR. B7, CON TRATAMIENTO TERMICO DE TEMPLE REVENIDO CON UN DIAMETRO DE 1 1/8" UNA LONGITUD TOTAL DE 8 1/2" CON DOS TUERCAS HEXAGONALES DE ACERO AL CARBON ASTM A-194 GR. 2H (PARA BRIDAS 8" 600# RTJ), CON RECUBRIMIENTO A BASE DE ELECTROPOSITO DE ZINC.	8"	36 PZAS.
27	VALVULA DE BOLA, CLASE 2500#, S.W., ASTM A-105, PASO COMPLETO, FLOATING BOLA, ASIENTOS REFORZADOS DE TEFLON, STL TRIM	1 1/2"	1 PZA.
28	BRIDA SOCKET WELD, CLASE 600# C.R.L., ASTM A-105, CED. 160, ASME/ANSI B16.5	2"	1 PZA.
29	SOCKOLET, 24" x 1 1/2" DIAM., CLASE 600#, MSS-SP-75 GRADO WPHY-65	24"x1 1/2"	1 PZA.
30	SOCKOLET, 24" x 2" DIAM., CLASE 600#, MSS-SP-75 GRADO WPHY-65	24"x2"	1 PZA.
31	NIPLE CED. 160, SIN COST, ASTM A-106 GR. B, PBE, 6" LG. 1 1/2" DIAM.	1 1/2"	1 PZA.
32	NIPLE CED. 160, SIN COST, ASTM A-106 GR. B, PBE, 4" LG. 2" DIAM.	2"	1 PZA.
33	EMPAQUE 2" DIAM., ESPIROMETALICO A INOX. 304 CLASE 800 # C.R. 1/8" ESPESOR RELLENO DE MATERIAL NO ASBESTO, CON ANILLO CENTRADOR DE ACERO AL CARBON RECUBIERTO DE CADMIO, ASME/ANSI B16.5, B16.20	2"	1 PZA.
34	ESPARRAGOS DE ACERO AL CARBON ASTM A-193 GR. B7, CON TRATAMIENTO TERMICO DE TEMPLE REVENIDO CON UN DIAMETRO DE 5/8" UNA LONGITUD TOTAL DE 5" CON DOS TUERCAS HEXAGONALES DE ACERO AL CARBON ASTM A-194 GR. 2H (PARA BRIDAS 2" 600# RF), CON RECUBRIMIENTO A BASE DE ELECTROPOSITO DE ZINC.	2"	8 PZAS.
35	SOCKOLET, 24" x 3/4" DIAM., CLASE 600#, MSS-SP-75 GRADO WPHY-65	24"x3/4"	2 PZAS.
36	NIPLE CED. 160, SIN COST, ASTM A-106 GR. B, PBE, 6" LG. 3/4" DIAM.	3/4"	2 PZAS.
37	VALVULA DE BOLA, 3/4" D.N., CLASE 2500#, SOCKET WELD x NPT, ACERO AL CARBON, ASTM A-105, PASO COMPLETO, FLOATING BOLA, ASIENTOS REFORZADOS DE TEFLON, STL TRIM	3/4"	2 PZAS.
38	TAPON MACHO CARERA HEXAGONAL, 3/4" DIAM., CLASE 600#, ACERO AL CARBON ASTM A-105, EXTREMO ROSCADO, ASME B16.11	3/4"	2 PZAS.
PIEZAS ESPECIALES			
39	JUNTA MONOLITICA 24" DIAM., 1065 PSIG, API 5L X65, 0.408" DE ESPESOR, DE ACUERDO A LA ESPECIFICACION DE JUNTAS MONOLITICAS NUMERO 33301-P-SP-00-5017 Y AL ASME SECCION VIII DIV. 1 Y DOCUMENTOS ANEXOS.	24"	1 PZA.

LIBRAMIENTO QUERTARERO GREEN ENERGY, S. DE R.L.	
ESTACION DE COMPRESION "EL SAUZI" ISOMETRICO DE TUBERIAS NO. DE LINEA 20"-GN-201007-DOA1 Y 8"-GN-201009-DOA1	PLANO No.
33301-P-IS-20-5208	3



REVISIONES		PLANOS DE REFERENCIA						
C. P.	FECHA	REV.	DESCRIPCION	FECHA	FOR	VO.	No.	DESCRIPCION
		3	APROBADO PARA CONSTRUCCION	09/07/07	JR	ELD	33301-P-DW-20-5104	PLAN PLUM
							33301-P-DW-20-5106	DISTRIBUCION DE AREAS
							33301-P-DW-20-5108	ANEXO DE TUBERIAS FILTROS DE BUCCON



GREEN ENERGY, S. DE R.L.



TECHINT
S.A. DE C.V.

AUTORIZO		
DISEÑO	CRD	24/04/06
REVISO	ROE	24/04/06
VERIFICO	JLR	24/04/06
APROBO	ELR	24/04/06
TECHINT	FIRMA	FECHA

LIBRAMIENTO QUERTARO
GREEN ENERGY, S. DE R.L.

ESTACION DE COMPRESION "EL SAUZ"
LOCALIZACION DE SOPORTES
ARREGLO DE TUBERIAS FILTROS DE BUCCON

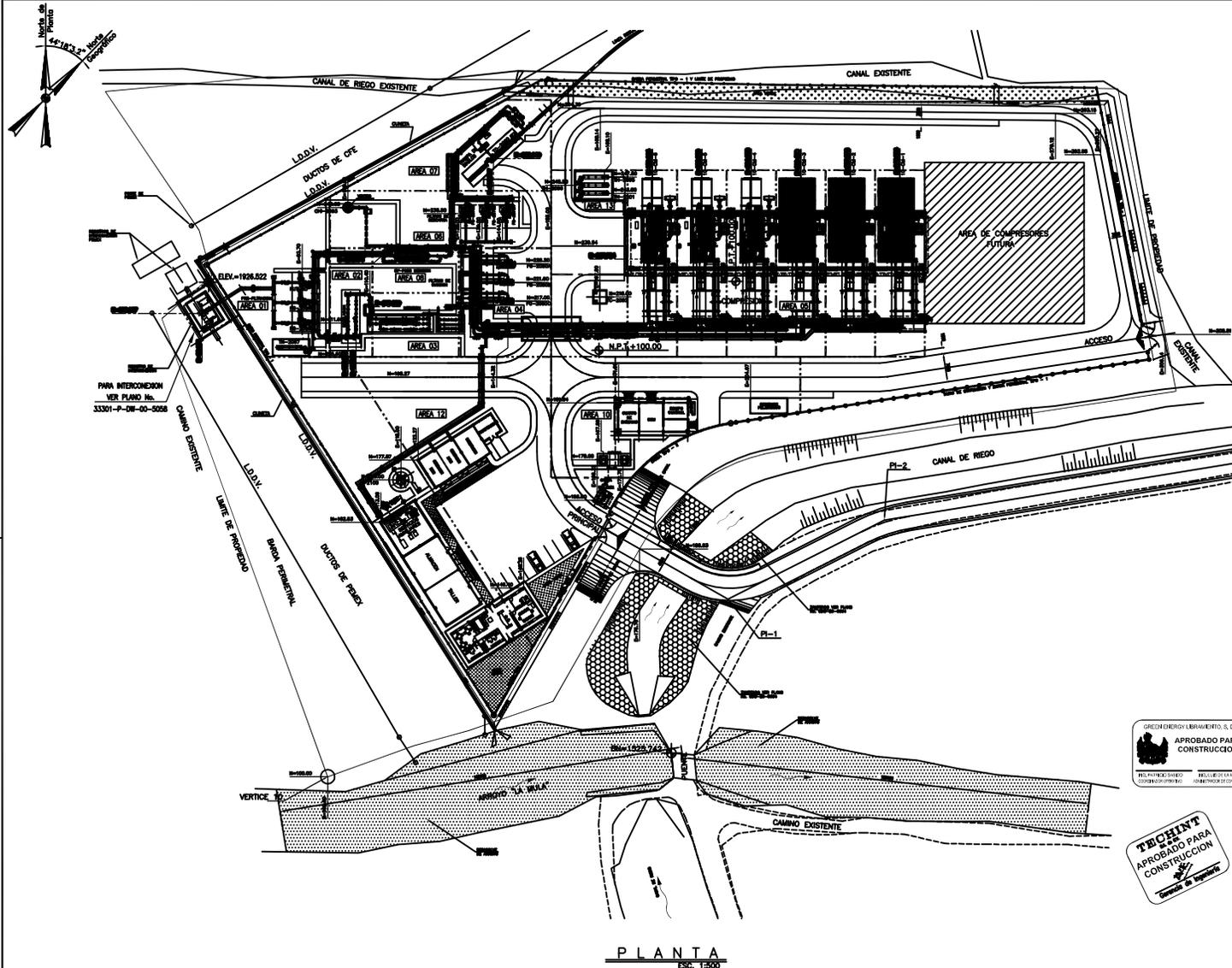
PROYECTO TECHINT No. MEJ-330 PLANO No. 33301-P-DW-20-5302 0

LOCALIZACION: PEDRO ESCOBEDO, QRO.

FORMATO: D No. de ARCHIVO: POW2053020 ESC. DE PLOTEO: 1 : 1

Apéndice A Documentación requerida para el diseño del proyecto.

No. DE ARCHIVO: P0W2051051



LISTA DE AREAS Y PLANOS	
AREA	PLANO
01 PRE-FILTRACION	P-DW-20-5118
02 REGULACION	P-DW-20-5119
03 MEDICION	P-DW-20-5120
04 FILTROS DE SUCCION	P-DW-20-5121
05 COMPRESION	P-DW-20-5106 AL 5117
06 FILTROS DE DESCARGA	P-DW-20-5122
07 TRAMPA DE DIABLOS	P-DW-20-5123
08 MEDICION BY-PASS	P-DW-20-5124
09 DRENAJES	P-DW-20-5125
10 EDIFICIO DE CONTROL	P-DW-20-5128
11 SERV. AUXILIARES (COMPRESOR DE AIRE, SISTEMA HIDRONEUMATICO).	P-DW-20-5127
12 GENERADOR	P-DW-20-5128
13 AREA DE TANQUES	P-DW-20-5201

NOTAS

- ACOTACION EN METROS
- EL NIVEL DE LA TUBERIA DEL GASODUCTO SERA DE ACUERDO A LOS PLANOS DE TRAZO Y PERFIL (ALINEAMIENTO).
- N.P.T. EL. 100.000 ES TOMADO COMO REFERENCIA Y CORRESPONDE AL N.P.T. EL. +1928.00
- PARA LA ELABORACION DE ESTE PROYECTO LAS REFERENCIAS SERAN CON LAS COORDENADAS LOCALES DE LA PLANTA DEFINIDAS CON COORDENADAS UTM, X=382,985,208 - Y=2,251,806,898 COORDENADAS LOCALES N=100.00 , E=100.00 POR EL VERTICE V=10.

SIMBOLOGIA

	EQUIPOS REUBICADOS	N.P.T. NIVEL DE PISO TERMINADO
	INSTALACIONES FUTURAS	N.T.T. NIVEL DE TERRACERA TERMINADA
	CENTRO DE LINEA	N.B. NIVEL DE BANQUETA
	EL. ELEVACION	L.D.D.V. LIMITE DE DERECHO DE VIA
	N.T.N. NIVEL DE TERRENO NATURAL	S.E. SALIDA DE EMERGENCIA

GREEN ENERGY LIBRAMIENTO S. DE R.L.
APROBADO PARA CONSTRUCCION
 PEDRO ESCOBEDO
 INGENIERO EN ELECTRICIDAD

TECHINT
APROBADO PARA CONSTRUCCION
 Gerente de Operación



PLANTA
 ESC. 1:500

REVISIONES				PLANOS DE REFERENCIA				AUTORIZADO		LIBRAMIENTO QUERETARO GREEN ENERGY, S. DE R.L.				
C. P.	FECHA	REV.	DESCRIPCION	FECHA	POR	VO.	No.	DESCRIPCION	DISEÑO	CRD.	FECHA	PROYECTO TECHINT No.	PLANO No.	Hoja
		1	APROBADO PARA CONSTRUCCION	03/07/06	A.R.	ELD	33301-P-08-20-5104	PLAT PLAN	GREEN ENERGY		24/04/06	MEJ-330	33301-P-DW-20-5105	1
		1	REVISION GENERAL	11/11/06	A.R.	ELD	33301-C-08-20-0023	ESTACION DE COMPRESION, LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO - PLANTA			24/04/06			
							33301-C-08-20-0027	ESTACION DE COMPRESION, TEMPORARIAS - SECCIONES			24/04/06			



TECHINT	FIRMA	FECHA

ESCALA INDICADA	LOCALIZACION	FORMATO: D	No. DE ARCHIVO: P0W-20-01001	ESC. DE PLOTEADO:
ACOTACION: mm	PEDRO ESCOBEDO, GRD.			

Apéndice B Especificación de Tuberías

DIAM.	TAG NO.	CODIGO	DESCRIPCION	REFERENCIA / COMENTARIOS	CERT.	NOTA No.
			TUBERIA			C
1/2" - 2"			CED. 160, A.C. ASTM A-106 GR. B, SIN COST., EXTREMOS PLANOS			
3" - 8"			CED. 80, A.C. ASTM A-106 GR. B, SIN COST., DRL, EXTREMOS BISELADOS			
10"			CED. 80, A.C. ASTM A-106 GR. B, SIN COST., DRL, EXTREMOS BISELADOS			
12"			0.375"W.T., API 5L GR. X-42, SIN COST., DRL, PSL 2, EXTREMOS BISELADOS			
14" - 16"			0.375"W.T., API 5L GR. X-52, SIN COST., DRL, PSL 2, EXTREMOS BISELADOS			
18"			0.375"W.T., API 5L GR. X-52, DSAW, DRL, PSL 2, EXTREMOS BISELADOS			
20"			0.344"W.T., API 5L GR. X-65, DSAW, DRL, PSL 2, EXTREMOS BISELADOS			
24"		2	0.406"W.T., API 5L GR. X-65, DSAW, DRL, PSL 2, EXTREMOS BISELADOS			
30"			0.500"W.T., API 5L GR. X-65, DSAW, DRL, PSL 2, EXTREMOS BISELADOS			
36"			0.625"W.T., API 5L GR. X-65, DSAW, DRL, PSL 2, EXTREMOS BISELADOS			
42"			0.750" W.T., API 5L GR. X-65, DSAW, DRL, PSL 2, EXTREMOS BISELADOS			
48"			0.812"W.T., API 5L GR. X-65, DSAW, DRL, PSL 2, EXTREMOS BISELADOS			
			ACCESORIOS			C
1/2" - 2"			CLASE 6000#. A.F. ASTM A-105, SOCKET WELD ENDS			
			ACCESORIOS			C
3" - 8"			CED. 80, A.C. ASTM A-234 GR. WPB, SIN COST., EXTREMOS BISELADOS			
10"			CED. 80, A.C. ASTM A-234 GR. WPB, SIN COST., EXTREMOS BISELADOS			
12"			0.375"W.T., MSS-SP-75 GR. WPHY-42, EXTREMOS BISELADOS, DIM. ASME B16.9.			
14" - 16"			0.375"W.T., MSS-SP-75 GR. WPHY-52, EXTREMOS BISELADOS			
18"			0.375"W.T., MSS-SP-75 GR. WPHY-52, EXTREMOS BISELADOS			
20"			0.344"W.T., MSS-SP-75 GR. WPHY-65, EXTREMOS BISELADOS			
24"		2	0.406"W.T., MSS-SP-75 GR. WPHY-65, EXTREMOS BISELADOS			
30"			0.500"W.T., MSS-SP-75 GR. WPHY-65, EXTREMOS BISELADOS			
36"			0.625" W.T., MSS-SP-75 GR. WPHY-65, EXTREMOS BISELADOS			
42"			0.750" W.T., MSS-SP-75 GR. WPHY-65, EXTREMOS BISELADOS			
48"			0.812" W.T., MSS-SP-75 GR. WPHY-65, EXTREMOS BISELADOS			
			BRIDAS, C.R.			C
1/2" - 2"			SOCKET WELD, CLASE 600# C.R., ASTM A-105, CED. 160, ASME/ANSI B16.5			
3" - 8"			CUELLO SOLDABLE, CLASE 600# C.R., ASTM A-105, BORE IGUAL A LA TUBERIA, ANSI B16.5			
10"			CUELLO SOLDABLE, CLASE 600# C.R., ASTM A-105, BORE IGUAL A LA TUBERIA, ANSI B16.5			
12"			CUELLO SOLDABLE, CLASE 600# C.R., MSS-SP-44 GR. F-42, BORE IGUAL A LA TUBERIA			
14" - 16"			CUELLO SOLDABLE, CLASE 600# C.R., MSS-SP-44 GR. F-52, BORE IGUAL A LA TUBERIA			
18"		2	CUELLO SOLDABLE, CLASE 600# C.R., MSS-SP-44 GR. F-52, BORE IGUAL A LA TUBERIA			
20"			CUELLO SOLDABLE, CLASE 600# C.R., MSS-SP-44 GR. F-65, BORE IGUAL A LA TUBERIA			
24"			CUELLO SOLDABLE, CLASE 600# C.R., MSS-SP-44 GR. F-65, BORE IGUAL A LA TUBERIA			
30"			CUELLO SOLDABLE, CLASE 600# C.R., MSS-SP-44 GR. F-65, BORE IGUAL A LA TUBERIA			
36"			CUELLO SOLDABLE, CLASE 600# C.R., MSS-SP-44 GR. F-65, BORE IGUAL A LA TUBERIA			
42"			CUELLO SOLDABLE, CLASE 600# C.R., MSS-SP-44 GR. F-65, BORE IGUAL A LA TUBERIA			
48"			CUELLO SOLDABLE, CLASE 600# C.R., MSS-SP-44 GR. F-65, BORE IGUAL A LA TUBERIA			
1/2" - 10"			CIEGA, CLASE 600# C.R., ASTM A-105, ANSI B16.5			
12" - 48"			CIEGA, CLASE 600# C.R., MSS-SP-44 GR. F-65			

NOTAS:

- PARA RAMALES UNICAMENTE, ESPECIFICAR TAMAÑO DE CABEZAL Y CED. DE ACUERDO A TABLA DE RAMALES
- USAR UNICAMENTE EN LOS DRENAJES Y VENTOS DE LA PRUEBA HIDROSTATICA.
- RECUBRIMIENTO ANTICORROSIVO DE FLUOROPOLYMER (PTFE), O ELECTRO-DEPOSIT ZINC BASE (ASTM B-633), O CADMIUM (ASTM B-766)
- NO-ASBESTO ES UNA TERMINOLOGIA GENERAL, UTILIZADA POR LOS FABRICANTES DE EMPAQUES PARA DESIGNAR FIBRAS SINTETICAS CON ANILLOS, CON CARACTERISTICAS SIMILARES A LOS ASBESTOS, PERO QUE NO CONTIENEN FIBRAS QUE CAUSEN CANCER DE PULMONES.
- MATERIAL DE CABEZAL Y RAMAL COMPATIBLES
- REQUERIMIENTOS PARA LA SIDE ENTRY EN LA ORDEN DE COMPRA.

LEYENDA PARA LA CERTIFICACION DE MATERIALES

C - CERTIFICACION DE PRUEBAS DE MOLINO REQUERIDAS
M - REPORTE DE PRUEBAS DE FABRICANTE

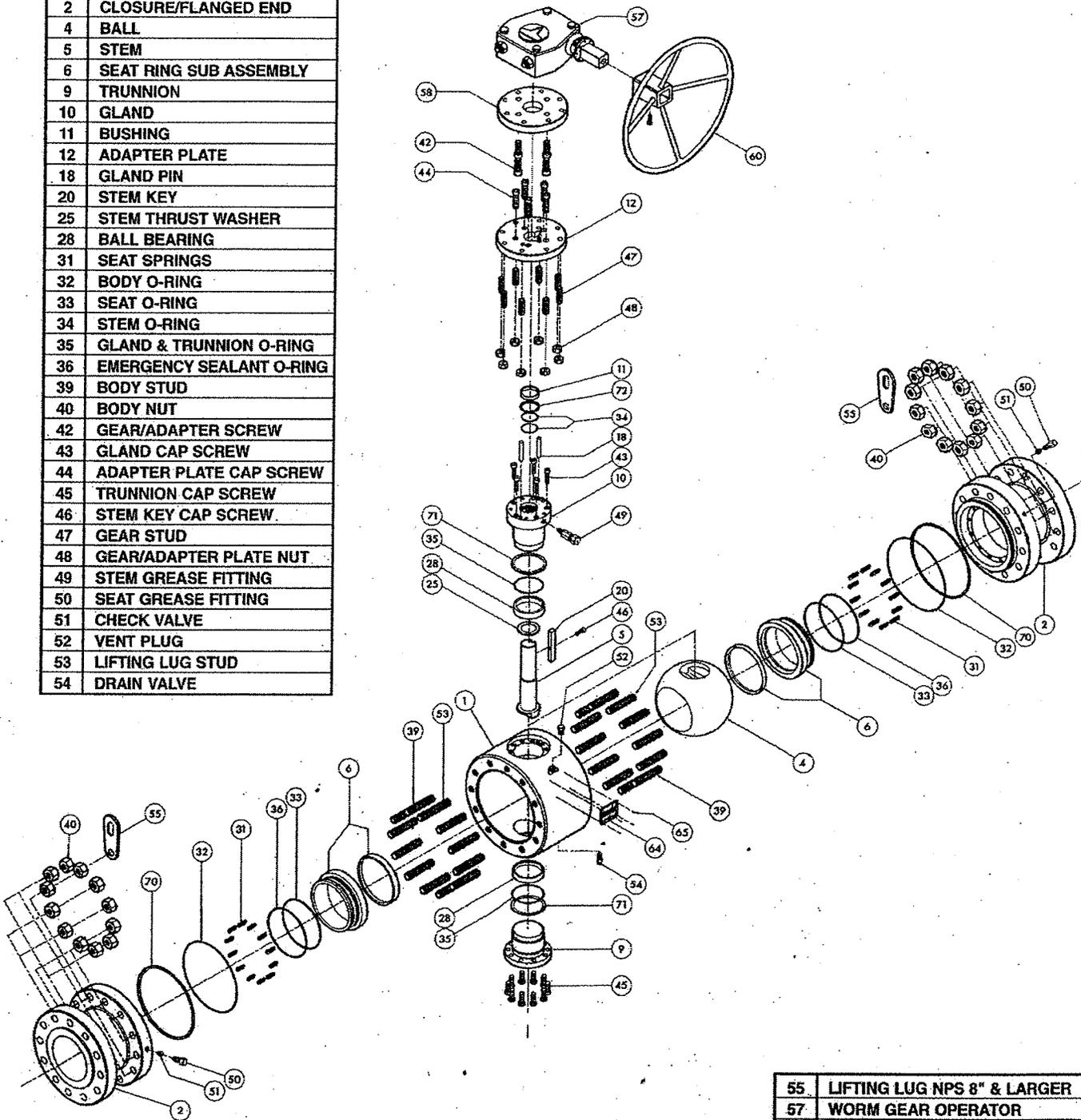
 TECHINT S.A. DE C.V.	SERVICIO : TRANSMISION DE GAS	CODIGO TUBERIAS: ASME B31.8 D.F.=0.5																				
		RANGO DE DISEÑO P/T: 2 1055 psig @ 122°F																				
PROYECTO: LIBRAMIENTO QUERETARO GREEN ENERGY, S. DE R.L.	PROYECTO NUMERO: 3301 PROYECTO LOCALIZACION: MEXICO	MATERIAL: ACERO AL CARBON																				
		CORROSION PERMISIBLE: 0.0"																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>NO.</th> <th>FECHA</th> <th>POR</th> <th>REV.</th> <th>APROBO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>20/06/06</td> <td>FRV</td> <td>JLR</td> <td>ELD</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>05/05/06</td> <td>FRV</td> <td>JLR</td> <td>ELD</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>17/03/06</td> <td>JLR</td> <td>JLR</td> <td>ELD</td> </tr> </tbody> </table>	NO.	FECHA	POR	REV.	APROBO	2	20/06/06	FRV	JLR	ELD	1	05/05/06	FRV	JLR	ELD	0	17/03/06	JLR	JLR	ELD	CONSTRUCCION : 2" & MENORES - SOCKET WELD 3" & MAYORES - SOLDABLES	BRIDAS CLASE: CLASE 600# CR
	NO.	FECHA	POR	REV.	APROBO																	
2	20/06/06	FRV	JLR	ELD																		
1	05/05/06	FRV	JLR	ELD																		
0	17/03/06	JLR	JLR	ELD																		
RANGO DE TEMP. (MIN/MAX): 50 / 122 ° F																						
PRESION MAXIMA PARA PRUEBA HIDROSTATICA		ESPECIFICACION: <h1 style="text-align: center;">D0A1</h1>																				
		DOCUMENTO NUMERO: 33301-P-SP-00-5008 HOJA 15 DE 18																				

Apéndice C Características de diseño de una Válvula Bola

PART LIST FOR MID-SIZE VALVES

6"-12" Class 150-1500
6"-10" class 2500

1	BODY
2	CLOSURE/FLANGED END
4	BALL
5	STEM
6	SEAT RING SUB ASSEMBLY
9	TRUNNION
10	GLAND
11	BUSHING
12	ADAPTER PLATE
18	GLAND PIN
20	STEM KEY
25	STEM THRUST WASHER
28	BALL BEARING
31	SEAT SPRINGS
32	BODY O-RING
33	SEAT O-RING
34	STEM O-RING
35	GLAND & TRUNNION O-RING
36	EMERGENCY SEALANT O-RING
39	BODY STUD
40	BODY NUT
42	GEAR/ADAPTER SCREW
43	GLAND CAP SCREW
44	ADAPTER PLATE CAP SCREW
45	TRUNNION CAP SCREW
46	STEM KEY CAP SCREW
47	GEAR STUD
48	GEAR/ADAPTER PLATE NUT
49	STEM GREASE FITTING
50	SEAT GREASE FITTING
51	CHECK VALVE
52	VENT PLUG
53	LIFTING LUG STUD
54	DRAIN VALVE



Sizes 6" and 8" may be supplied with locking levers.
Sizes 10" and 12" are supplied with support feet, not shown. Assemblies are illustrations only. Parts may vary according to design.

55	LIFTING LUG NPS 8" & LARGER
57	WORM GEAR OPERATOR
58	WORM GEAR ADAPTER PLATE
60	HAND WHEEL
64	NAME PLATE
65	DRIVE SCREW
70	BODY GASKET
71	GLAND & TRUNNION GASKET
72	STEM PACKING