



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Diseño de tuberías para la refinería Miguel Hidalgo

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de

Ingeniera Mecánica

P R E S E N T A

Aura Contreras Gaytán

ASESOR DE INFORME

Dr. Adrián Espinosa Bautista



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2025

Índice

Capítulo 1: Perfil de la empresa.....	2
1.1 Historia de ICA Fluor.....	2
1.2 Organigrama.....	4
Capítulo 2: Perfil del puesto	5
2.1 Objetivo general del puesto.....	6
2.2 Responsabilidades clave	6
Capítulo 3: Proyecto desarrollado	8
3.1 Antecedentes	8
3.2 Participación profesional	10
Distancia mínima entre soldaduras	11
Soportería	12
Zonas de operación.....	17
Sistemas enterrados y aéreos	20
Extracción de isométricos.....	21
Trabajo interdisciplinario	24
3.3 Resultados	25
Capítulo 4: Conclusiones	27
Referencias bibliográficas.....	28

Capítulo 1: Perfil de la empresa

ICA Fluor es una empresa dedicada a desarrollar la construcción de proyectos y plantas industriales para el sector público y privado, en México, Centro América y el Caribe.

Es el contratista de Ingeniería, Procuración y Construcción (IPC) líder en México, con servicios orientados a resultados de nivel mundial, tales como: estudios de viabilidad, estudios preinversión, ingeniería financiera, permisos, servicios ambientales, gestión de proyectos, diseño conceptual y preliminar, procuración, construcción, puesta en marcha, transferencia y operaciones de apoyo a sus clientes.

Atiende las siguientes industrias: petróleo y gas, refinación, química y petroquímica, energía, minería y metales, automotriz y manufactura, cemento, telecomunicaciones, plataformas marítimas y fabricación modular [1].

1.1 Historia de ICA Fluor

Empresas ICA, S.A.B. de C.V. es la compañía de construcción y operaciones de infraestructura más grande de México. Fundada en 1947, se enfoca principalmente en actividades de construcción e ingeniería civil e industrial.

Fluor Corporation es una compañía multinacional de ingeniería y construcción con sede en Texas, USA. Actualmente es una de las empresas de ingeniería y construcción más grandes e importantes en el mundo.

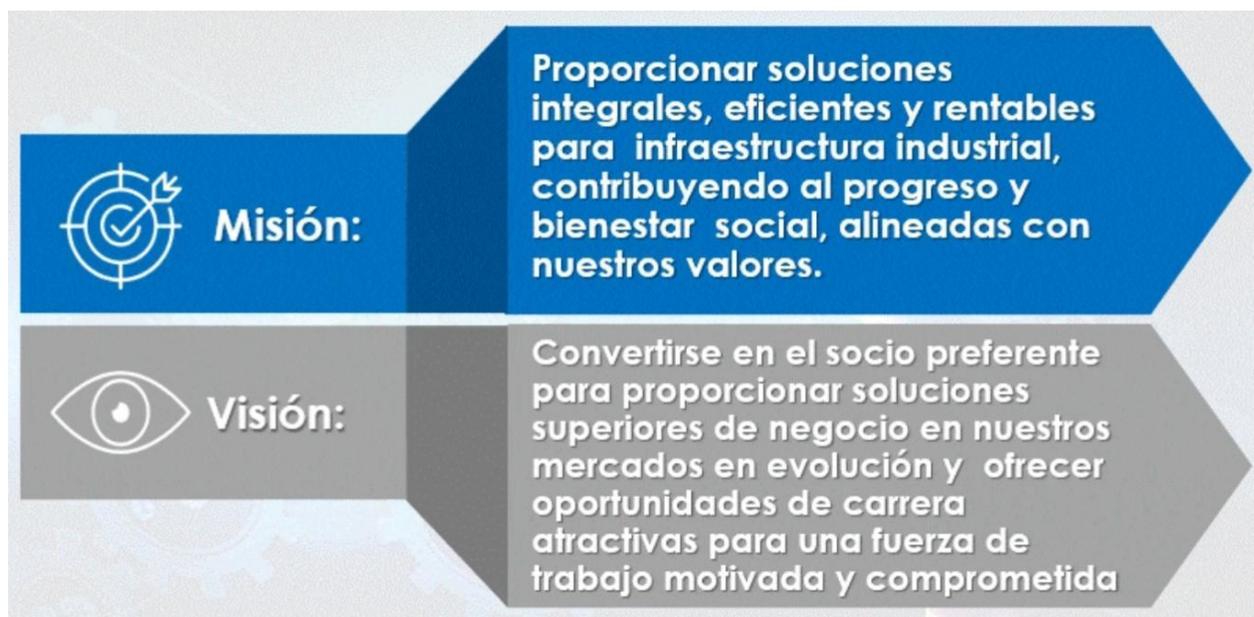


FIG. 1 MISIÓN Y VISIÓN DE LA EMPRESA [1].

ICA Fluor Daniel, S. de R.L. de C.V., establecida en 1993 y localizada en la Ciudad de México, es el producto de la asociación permanente entre las empresas ICA y Fluor Corporation. Tiene la exclusividad de ambas empresas matrices para el desarrollo de proyectos en las zonas previamente mencionadas [1].



FIG. 2 VALORES DE LA EMPRESA [1].

1.2 Organigrama

ICA Fluor, como se observa en la Fig. 3, cuenta con una Dirección General, que a su vez se divide en tres direcciones que permiten y facilitan la organización de las diferentes gerencias que componen a cada una de ellas.

Dentro de la Dirección de Operaciones se encuentra la Gerencia de Ingeniería, que se divide en diferentes departamentos entre los que encontramos Ingeniería de Tuberías.

El departamento de Ingeniería de Tuberías es el encargado del diseño, cálculo, y trazado de líneas que alimentan las diferentes plantas; así mismo, establecen la distribución y posicionamiento de los equipos, soportes de tuberías, estructuras, instrumentos y materiales necesarios, para que después sean desarrollados apropiadamente por el personal de las disciplinas pertinentes [2].

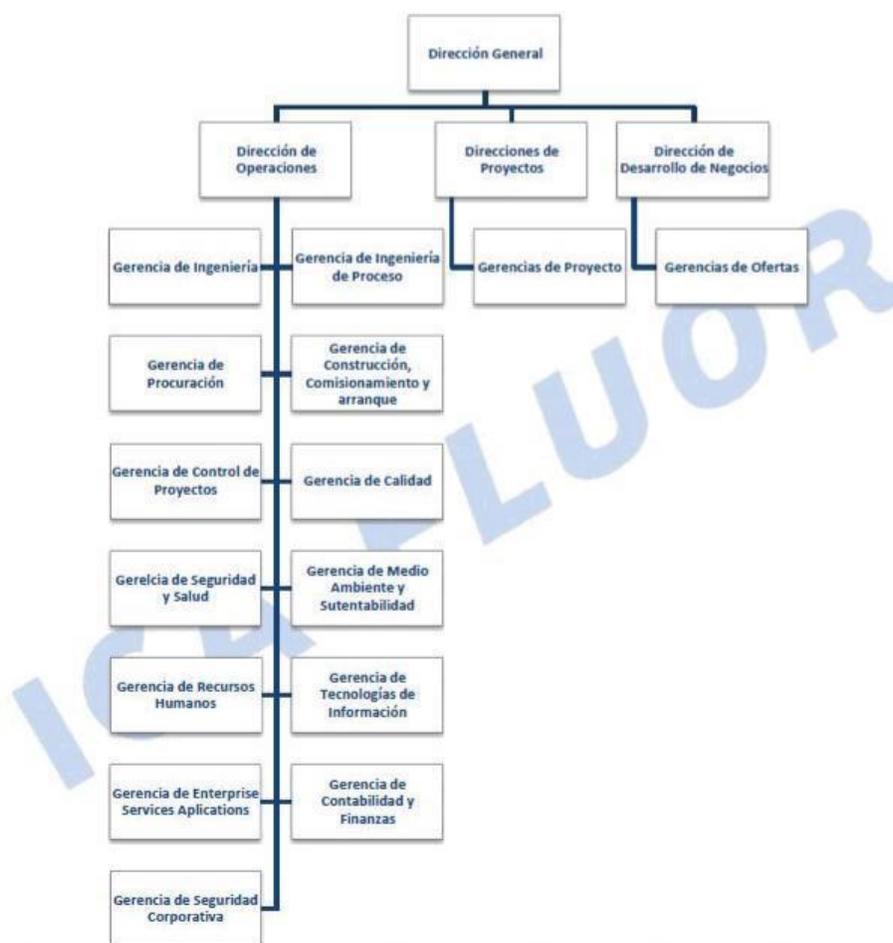


FIG. 3 ORGANIGRAMA GENERAL DE ICA FLUOR [2].

Capítulo 2: Perfil del puesto

Dentro del desarrollo del proyecto se tiene el siguiente organigrama:

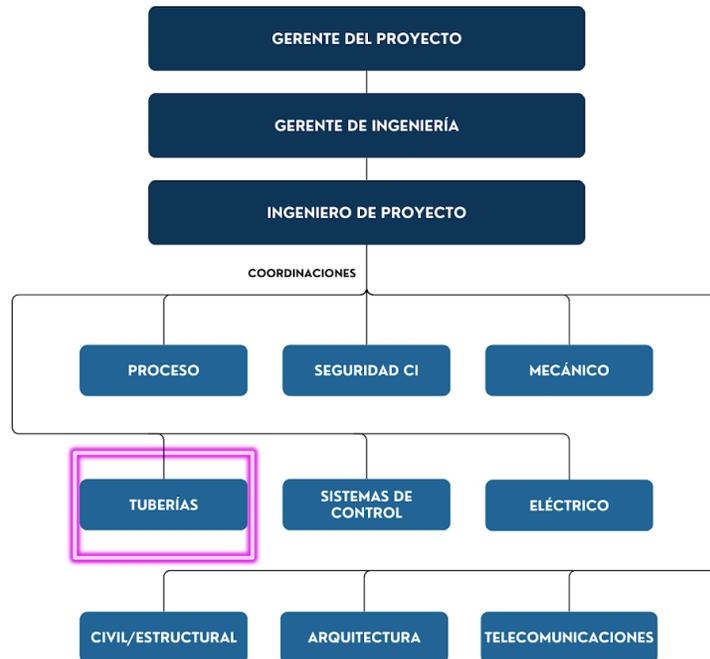


FIG. 4 ORGANIGRAMA DE PROYECTO.

Todos los departamentos de la Gerencia de Ingeniería se dividen jerárquicamente de la siguiente manera:

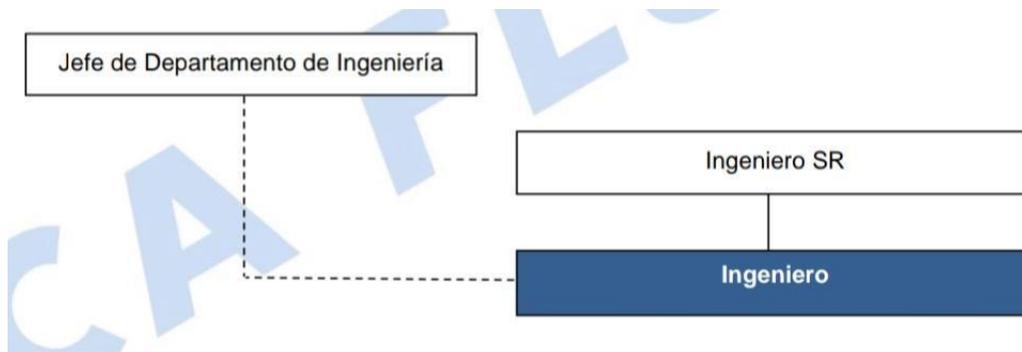


FIG. 5 ORGANIZACIÓN DE LOS DEPARTAMENTOS DE LA GERENCIA DE INGENIERÍA.

Dentro de esta división se encuentran 3 niveles en cada puesto de ingeniero, siendo el 1 el de menor nivel. Mi puesto actual dentro de la empresa es Ingeniera de nivel 1.

2.1 Objetivo general del puesto

El Ingeniero es quien ejecuta las actividades de diseño de los sistemas que conforman al proceso y elabora los documentos. Dependiendo de su experiencia y especialidad, va tomando mayor responsabilidad en la toma de decisiones y en la relación interdisciplinaria. De acuerdo con los lineamientos de la empresa, el Ingeniero debe llevar a cabo la edición de entregables en coordinación con los diseñadores y dibujantes, así como las interfaces necesarias con las disciplinas de Ingeniería y Proceso involucradas en su especialidad [3].

2.2 Responsabilidades clave

Del Ingeniero de nivel 1 se espera que sea capaz de:

1. Cálculos y Diseños: Desarrollar cálculos y diseños por medios electrónicos o manuales de sistemas.
2. Códigos y Normas: Comprender de forma general los códigos y normas aplicables a los diseños de su disciplina.
3. Bases de Diseño y Especificaciones: Conocer en forma general las bases de diseño y especificaciones aplicables del proyecto.
4. Contrato y Alcance: Conocer de manera general el resumen del Contrato y anexos aplicables a su disciplina. Conocer el alcance de servicios e instalaciones de su disciplina.
5. Planes y Programas: Conocer de manera general la planeación y programación del proyecto y específicamente de las actividades de la responsabilidad que se le asignen (Control Level Schedule).
6. Control de recursos y presupuestos: Ejecutar las actividades de su responsabilidad cumpliendo con los presupuestos y volúmenes de materiales, así como los programas de ejecución.

7. Administración de cambios, riesgos y oportunidades: Entender el concepto de la administración de cambios en alcance, tiempo y costo (Línea Base), así como el concepto de riesgos y oportunidades en el desarrollo de una oferta o proyecto.
8. Administración de Equipo y Materiales: Entender el proceso de gestión de equipo y materiales, así como su importancia en la continuidad de los trabajos de construcción.
9. Formación de Personal: Cumplir con su plan de aprendizaje, así como con el adoctrinamiento de procedimientos asignados. Asegurar la aplicación de los conocimientos adquiridos en proyectos y basar sus actividades en los procedimientos de su disciplina.
10. Proceso Ingeniería, Procuración y Construcción (IPC): Conocer las interfaces con las demás disciplinas de ingeniería, así como el valor de la aportación de sus actividades en el proceso IPC. Cumplir con las asignaciones necesarias en sitio para apoyo a construcción, comisionamiento, arranque e inspección a proveedores.

Todo esto considerando que se debe tener supervisión constante.

Teniendo en cuenta los puntos previamente mencionados y de manera personal, las principales actividades que he desarrollado como Ingeniera 1 en la gerencia de Ingeniería de Tuberías han sido: diseñar y modelar rutas de tuberías en el software SmartPlant3D; interpretar, generar y manipular planos de planta usando el software MicroStation V8i; así como definir y generar isométricos de las líneas previamente modeladas, para su posterior análisis por otras disciplinas y departamentos, para el proyecto de Nuevas Plantas para la Refinería Miguel Hidalgo en Tula, Estado de Hidalgo, México.

De acuerdo con lo expuesto sobre el puesto y las responsabilidades que derivan de este, en el siguiente capítulo se desarrollaran las actividades realizadas en el proyecto como Ingeniera de Tuberías, en el área de diseño de tuberías.

Capítulo 3: Proyecto desarrollado

3.1 Antecedentes

En los últimos años, en México se planteó la necesidad de incrementar la producción de combustibles para así reducir la importación de estos, disminuir el impacto económico que la importación provoca y dar un paso camino a la autosuficiencia energética [5]. Antes de las medidas del presidente López Obrador, nuestro país importaba cerca del 70% de los combustibles que utilizábamos, lo que resulta en un incremento de precio para los consumidores [6]. Si consideramos que actualmente estamos alejados del abandono del uso de combustibles fósiles y somos un país con acceso a petróleo dentro de nuestro territorio, el aprovechar este recurso de forma directa parece una opción más factible que vender el producto crudo a un precio bajo para volver a comprarlo una vez que fue refinado a un precio mucho mayor.

Con este objetivo en mente, se empezaron proyectos para rehabilitar las refinerías que operan en México, comprar la planta Deer Park en Houston, Texas, Estados Unidos, así como construir una nueva planta en Dos Bocas, Veracruz, para así poder satisfacer el 100% de la demanda interna de combustibles [7].

Al problema de la necesidad de alcanzar la autosuficiencia energética, se agrega el ambiental, pues parte de los subproductos de la refinación del petróleo extraído del subsuelo, se mezclan para formar el “combustóleo amargo” y usarlo para la producción de energía eléctrica en las centrales termoeléctricas del país, particularmente la referida Refinería Miguel Hidalgo de Tula, Hidalgo, o en los motores de los ferrocarriles. Aunque el combustóleo es un buen insumo para la producción de energía, su combustión produce sustancias dañinas para los seres vivos y, especialmente para los humanos. Los contaminantes más importantes que se producen así son el dióxido de azufre (SO₂), el carbón negro y las partículas suspendidas [8].

Por lo tanto, PEMEX Refinación, con el fin de incrementar la producción de combustibles y eliminar la producción actual de combustóleo amargo de la Refinería Miguel Hidalgo, desarrolla el proyecto “**Aprovechamiento de Residuales en la Refinería Miguel Hidalgo**” [9]. Dicho proyecto se divide en tres paquetes de trabajo; uno de estos paquetes de trabajo se enfoca en servicios auxiliares y plantas

nuevas de proceso, donde se encuentra el desarrollo de la Planta Hidrotratadora de Diesel, en cuyo diseño yo desempeñé mis actividades como Ingeniera.

Al momento de diseñar una nueva planta, el diseño de la red de tuberías es de vital importancia, puesto que de este depende la distribución y el buen funcionamiento de la instalación. Y como todo proceso de diseño, el diseño de tuberías es un proceso iterativo, dependiente de las necesidades del usuario y de las interacciones con otras disciplinas involucradas en el diseño de la planta. Por este motivo, el medio está en constante cambio, lo que requiere de una gran capacidad de adaptación y creatividad para solucionar los problemas que se puedan presentar.

Para la apropiada proyección de un sistema de tuberías es necesario considerar muchos aspectos [4]:

- la ubicación de los equipos dentro de la planta,
- los fluidos que conducirán las líneas,
- los rangos de presiones y temperaturas de trabajo,
- la facilidad de operación de válvulas e instrumentos,
- la normativa aplicable,
- la inversión necesaria,
- el impacto ambiental.

Además, hay que tener en cuenta el material adecuado para la tubería (dependiendo del fluido que maneje), si se requiere aislamiento y con qué propósito, y también la soportería apropiada de acuerdo con las características de las líneas [4].

Mis actividades de diseño estuvieron enfocadas al área de alimentación y del agotador en la planta Hidrotratadora de Diesel de la Refinería Miguel Hidalgo en Tula, Hidalgo. Mi equipo de trabajo fue el encargado de establecer las rutas de las tuberías de los diferentes servicios requeridos en esta área.

A continuación, describiré las actividades realizadas, así como los problemas que se presentaron en el proceso de diseño y cómo los solucionamos.



FIG. 6 ÁREA DE TRABAJO [11].

3.2 Participación profesional

Como se mencionó anteriormente, hay muchos factores que se deben tener en cuenta al momento de diseñar tuberías.

Al empezar con mis actividades profesionales, tuve que aprender conceptos básicos de diseño para así poder aplicarlos. La implementación de un buen diseño dará lugar a un funcionamiento adecuado de la planta y a la seguridad y el confort de los trabajadores de esta al momento de realizar sus actividades, ya sean de operación o mantenimiento. También, debemos tener en cuenta las especificaciones y requerimientos del cliente, pues establecen las normas necesarias para el diseño de la planta.

A continuación, desarrollaré los temas que considero tienen el mayor impacto al momento de diseñar tuberías para una planta.

Distancia mínima entre soldaduras

Un concepto muy simple y que puede generar muchos problemas, si no se aplica adecuadamente, es la distancia mínima entre soldaduras de circunferencia. Al trazar una ruta debemos tener en cuenta el tamaño mínimo de las secciones de tubería que podemos colocar o se pueden generar conflictos en la fabricación. En el caso de los diámetros menores (que son de 2" o menos) la distancia mínima que aplicamos es un niple de 4" para facilitar el ensamble de los accesorios, aunque en caso de ser necesario se puede usar un carrete de 90 mm de longitud. En diámetros mayores (que son de 3" o más), la distancia mínima depende del tamaño del diámetro:

- DN de 3" a 4": distancia de 1.5 veces el DN
- DN 6" a 10": distancia de 1 vez el DN
- DN de 12" a 20": distancia de 300mm
- DN de 24" o mayor: distancia de 400mm

Es especialmente importante recordar este concepto al momento de colocar ramales o al desplazarnos en espacios reducidos, pues este requerimiento puede provocar cambios muy drásticos en un diseño.

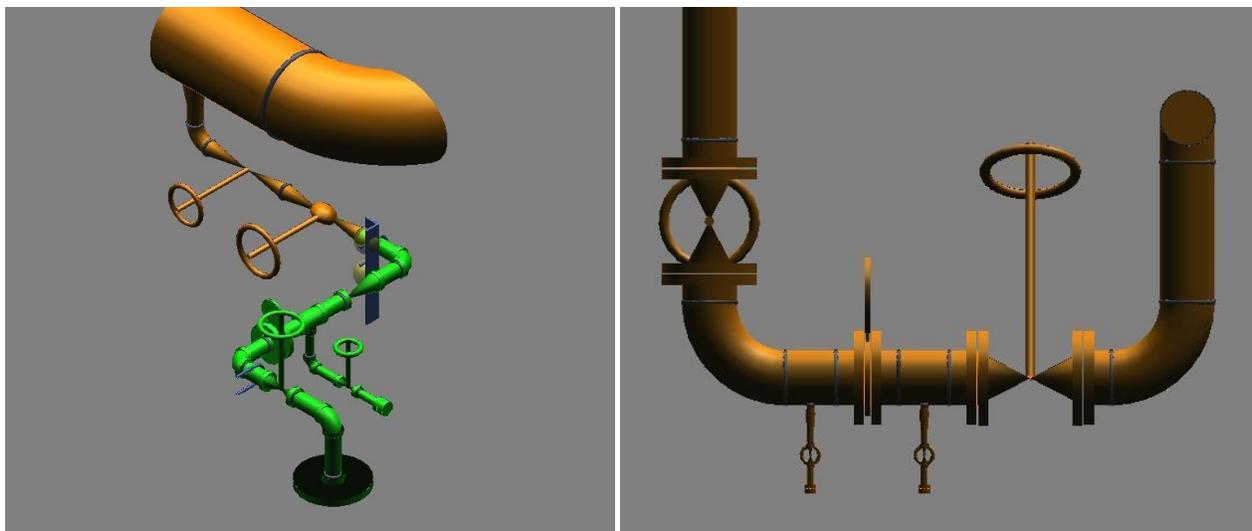


FIG. 7 EJEMPLOS DE RUTAS MÍNIMAS DE DIÁMETRO MENOR Y DIÁMETRO MAYOR [11].

Ejemplos de los diseños que generamos se observan en la Fig. 7, y fueron optimizados de tal manera que se cumplieran las distancias mínimas posibles y se disminuyera la cantidad de accesorios utilizados o la cantidad de tubo, generando así las rutas más factibles económicamente.

En este aspecto debemos ser muy cuidadosos con el uso del software, pues su funcionamiento no es perfecto (debido al poder de los equipos de cómputo que utilizamos y a que hay varias personas trabajando las mismas zonas constantemente) y a veces se generan conflictos cuando se realizan movimientos en las líneas.

Cada elemento que colocamos requiere de un espacio específico para no interferir en su funcionamiento o el de sus alrededores; por ejemplo: al momento de colocar una zapata, debemos dejar un espacio mínimo de 100 mm entre cada extremo de la zapata y la soldadura radial más cercana.

Al momento de generar zonas de operación, el utilizar distancias mínimas nos permite economizar espacios; sin embargo, en el caso de que se requieran cambios en la disposición de la línea, es posible que dificulte el desarrollo de un nuevo diseño.

Sopotería

Otro concepto importante para tener en cuenta en el diseño de las líneas es la colocación de soportes.

La selección de soportes depende directamente de las características de las líneas, como el material del tubo, el diámetro de la línea a soportar y si tiene o no aislamiento. En esta empresa contamos con un documento que especifica los diferentes tipos de soportes y guías disponibles por catálogo, sus características técnicas, así como las condiciones en las que se puede utilizar cada uno.

Siempre que se diseña una línea debemos tener en mente que, dependiendo de su longitud y su trayectoria, debe sujetarse o guiarse en uno o más puntos. En varios momentos durante el proceso de diseño fue necesario modificar la ruta de las líneas que había diseñado para cumplir con los parámetros necesarios para una sujeción adecuada.

La colocación de soportes es algo que es directamente consultado con el departamento de flexibilidad, que es el encargado de verificar que las rutas sean factibles considerando los cambios

que pueden generar las condiciones del fluido transportado por los tubos, o en su caso, proponer una nueva ruta que cumpla con las condiciones necesarias. Por este motivo tenemos que estar preparados para cambios inesperados: ya sean en la posición, cantidad o especificaciones de diseño de los soportes propuestos, o incluso en la ruta general de la línea. También, es importante verificar que los soportes colocados indiquen correctamente sus datos, como el nombre correspondiente y el tipo de fabricación, pues esto será muy relevante al momento de generar los isométricos de las líneas y las listas de materiales.

Dependiendo de las características de la línea o líneas a soportar, la ruta que siguen y su posición, debemos decidir si el soporte utilizado puede ser de catálogo o debemos solicitarlo al departamento de ingeniería civil (soportes secundarios), en el caso de que las cargas sean demasiadas o los soportes de catálogo no lleguen a cumplir con las necesidades de la línea.

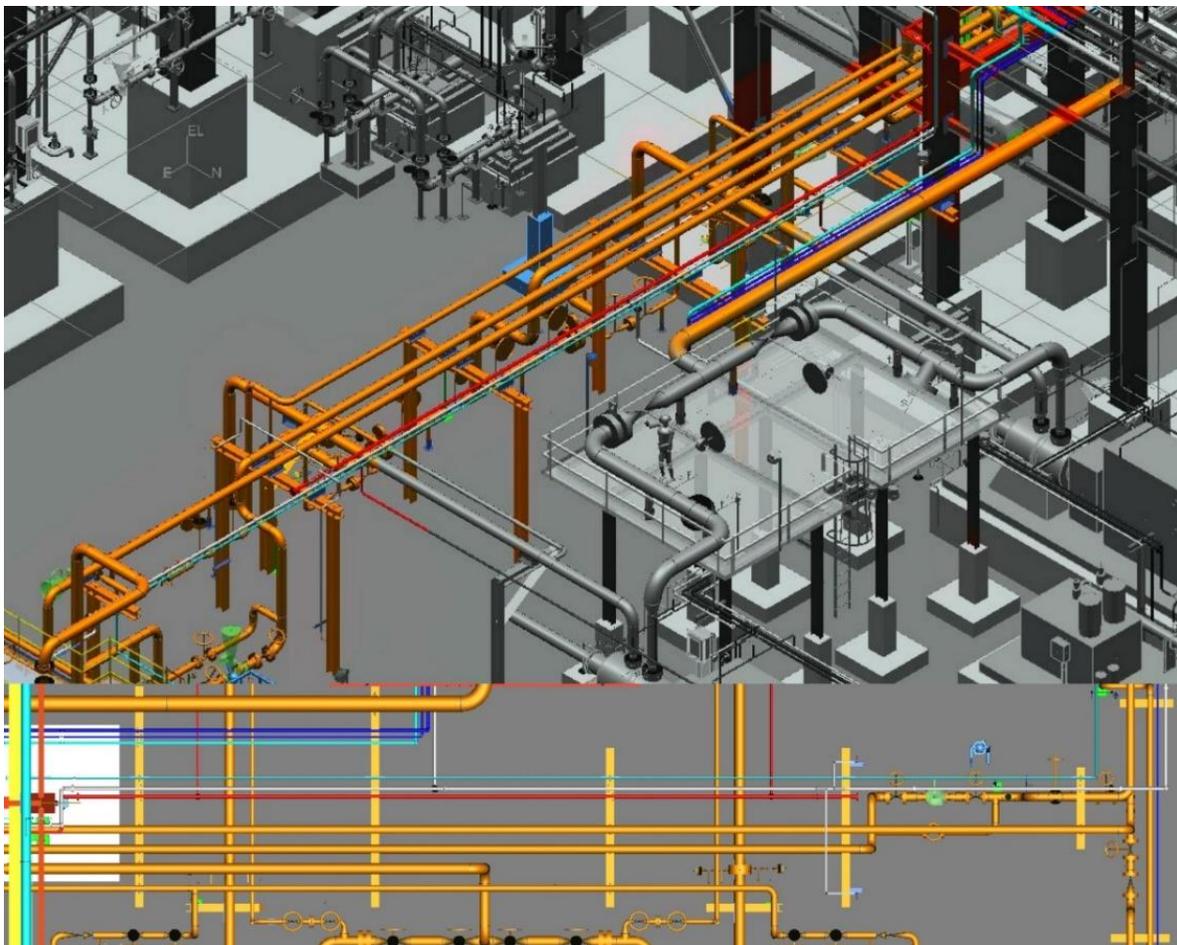


FIG. 8 CAMA DE TUBERÍAS DE PROCESO DEL ÁREA DE CARGA [11].

Una de mis principales aportaciones en el tema de la soportería fue la propuesta de una cama de tuberías que recorre toda el área de carga y conecta con el *rack* secundario, como se observa en la Fig. 8. Esta cama incluye varias de las principales líneas de Proceso de los diferentes equipos del área (que son de diámetros mayores), así como muchas líneas de servicios complementarios (que son de diámetros menores). Este sistema de soportes consiste en varios arcos de vigas, acompañados de zapatas en aquellas líneas que tienen aislamiento; inicialmente también debían incluirse placas de carga en los diámetros de 10” o más, pero este criterio fue modificado posteriormente por instrucción del cliente, para recortar gastos.

Con la implementación de esta cama generé rutas más simples y facilité la distribución de las zonas que requieren operación, minimizando la obstrucción del paso de los operadores a nivel del suelo. A lo largo del desarrollo del proyecto se ha modificado la distribución de los equipos y de las líneas, pero hemos mantenido esta sección de soportes debido a su gran utilidad y a que permite simplificar las rutas de muchas líneas.

En lo que denominamos “Estructura 2” (Fig. 9), modificamos la ruta de todos los servicios que atraviesan la estructura generando camas de tuberías en cada cambio de dirección; es decir, en cada piso de la estructura hay niveles donde las líneas cruzan dirección norte-sur y niveles donde van en dirección este-oeste, como se observa en la Fig. 10.

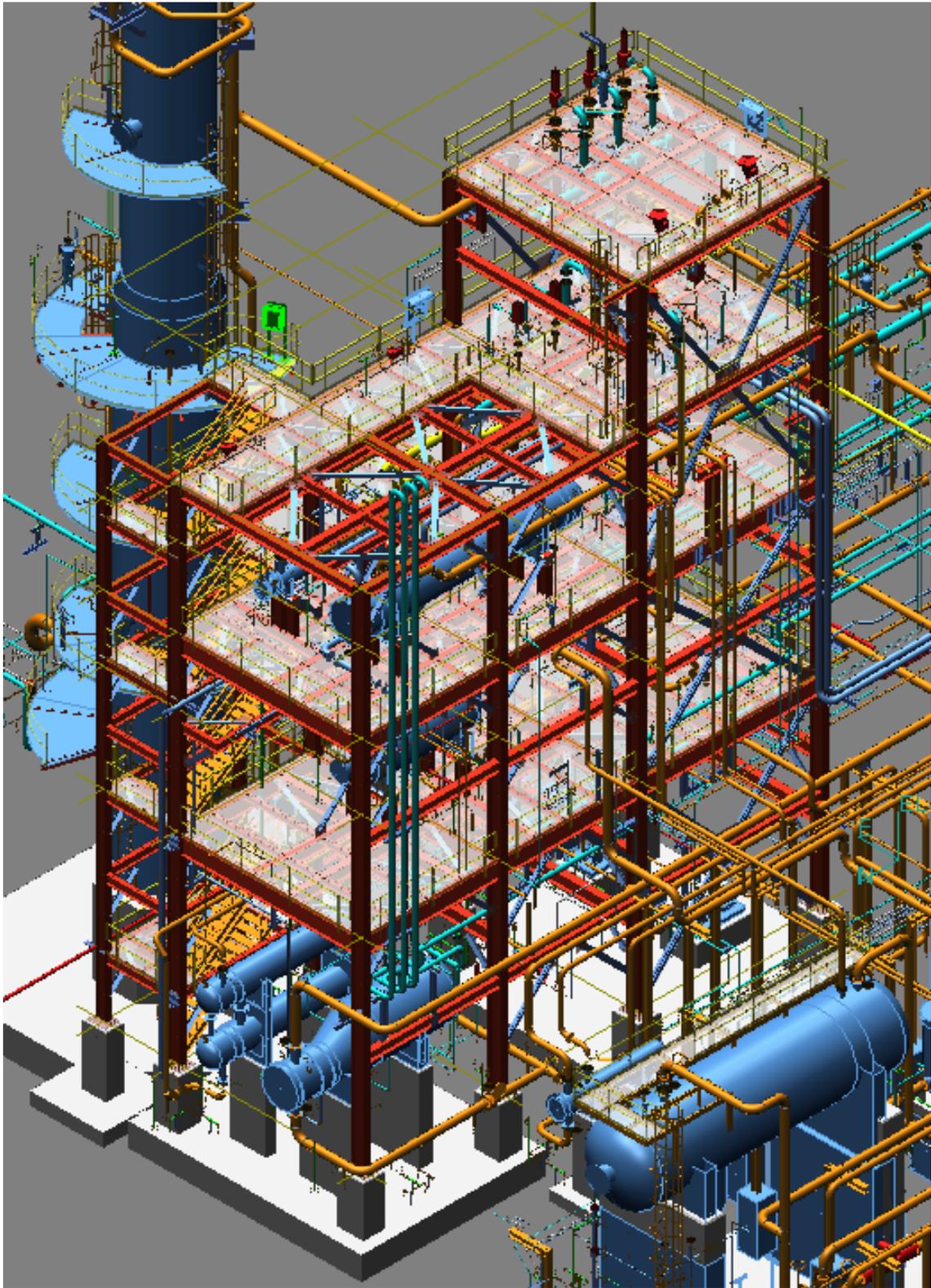


FIG. 9 ESTRUCTURA 2 [11].

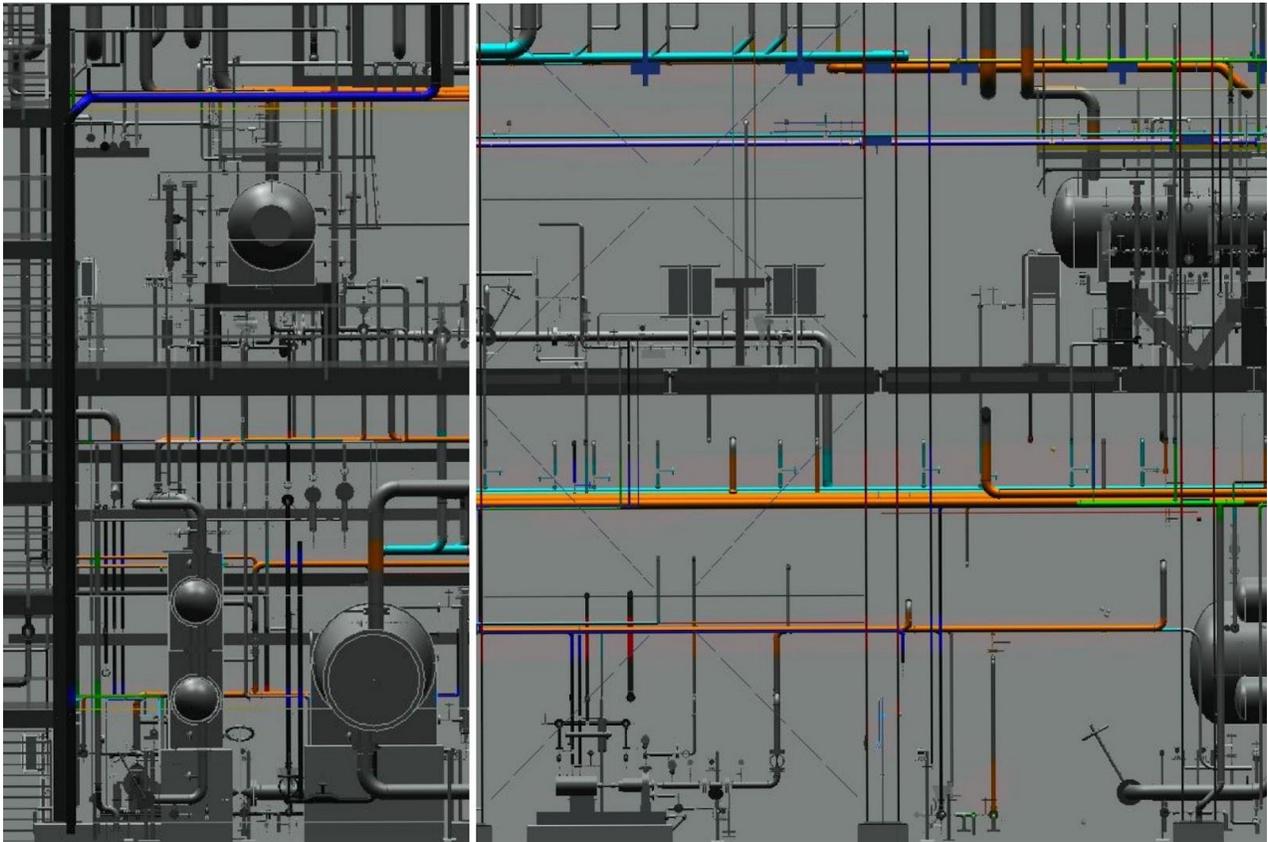


FIG. 10 DISTRIBUCIÓN DE LAS LÍNEAS EN LA ESTRUCTURA 2 [11].

De esta manera, evitamos la generación de bolsas en el proceso, es decir que en la trayectoria se forme una U, y minimizamos las zonas donde es posible el choque entre líneas.

Esta distribución nos permite aprovechar una sola viga de la estructura para soportar muchas líneas, únicamente agregando guías y/o zapatas, dependiendo de las necesidades de cada línea. También, reducimos al mínimo los cambios de dirección en las líneas, pues debemos obligarnos a simplificar las rutas para explotar al máximo la distribución por niveles y así aprovechar los espacios de la mejor manera.

Al momento de colocar soportes también es muy importante mantener en mente que siempre buscamos que el proyecto sea lo más barato posible, por lo que se deben encontrar formas de economizar en soportes, aprovechando las vigas estructurales existentes o compartiendo soportes de catálogo entre varias líneas. Para esto, es importante recordar que las líneas, dependiendo de su

diámetro, tendrán diferentes límites de distancias entre los soportes; así como también afecta el tipo de línea, el propósito que está cumpliendo y los elementos que están en ella.

La posición de los soportes debe ser representada en los isométricos, distinguiendo entre soportes de catálogo y estructuras generadas por el departamento de Ingeniería Civil. Una vez que los isométricos sean generados y revisados por el área de diseño de Ingeniería de Tuberías, aquellas líneas que lo requieran pasarán a ser aprobadas y/o modificadas por el área de flexibilidad; es posible que al hacer ellos su análisis, los soportes colocados requieran ajustes para cumplir con las condiciones de carga de la línea.

Zonas de operación

Otro concepto de vital importancia al trazar las rutas es que hay zonas que deben ser operables, por lo que el diseño de la ruta se definirá siguiendo estas condiciones.

Se debe tener en mente el espacio para que los operarios recorran la planta, lo que típicamente hacen utilizando una camioneta; las válvulas deben colocarse a una altura específica de acuerdo a las especificaciones de PEMEX, dependiendo de su tamaño, para facilitar su uso y evitar accidentes; considerando la distribución de los equipos, sus tamaños y las rutas de las líneas, es necesario colocar plataformas de operación para ciertas tuberías; y también hay instrumentos que necesitan tener acceso a una estación de servicios o a suministro eléctrico, por lo que se deben colocar en zonas estratégicas que permitan las conexiones necesarias entre todos los elementos. Aunque es un concepto muy simple, es algo que es sencillo de olvidar y muchas veces resulta necesario hacer rediseños para evitar conflictos.

Se considera también el espacio que hay entre los elementos para el desplazamiento y posicionamiento de los operarios. Los pasillos entre cualquiera de los elementos que tengamos deben ser de un mínimo de 75 cm, de acuerdo con las especificaciones del cliente, para permitir el tránsito de los operarios. También, muchas veces se especifica que ciertos instrumentos deben ser visibles desde cierto punto, o un par de válvulas operables desde la misma posición.

En la Fig. 11 se observa una zona diseñada para facilitar el manejo de los elementos a nivel del piso, debido a la gran concentración de accesorios operables que hay en las líneas.

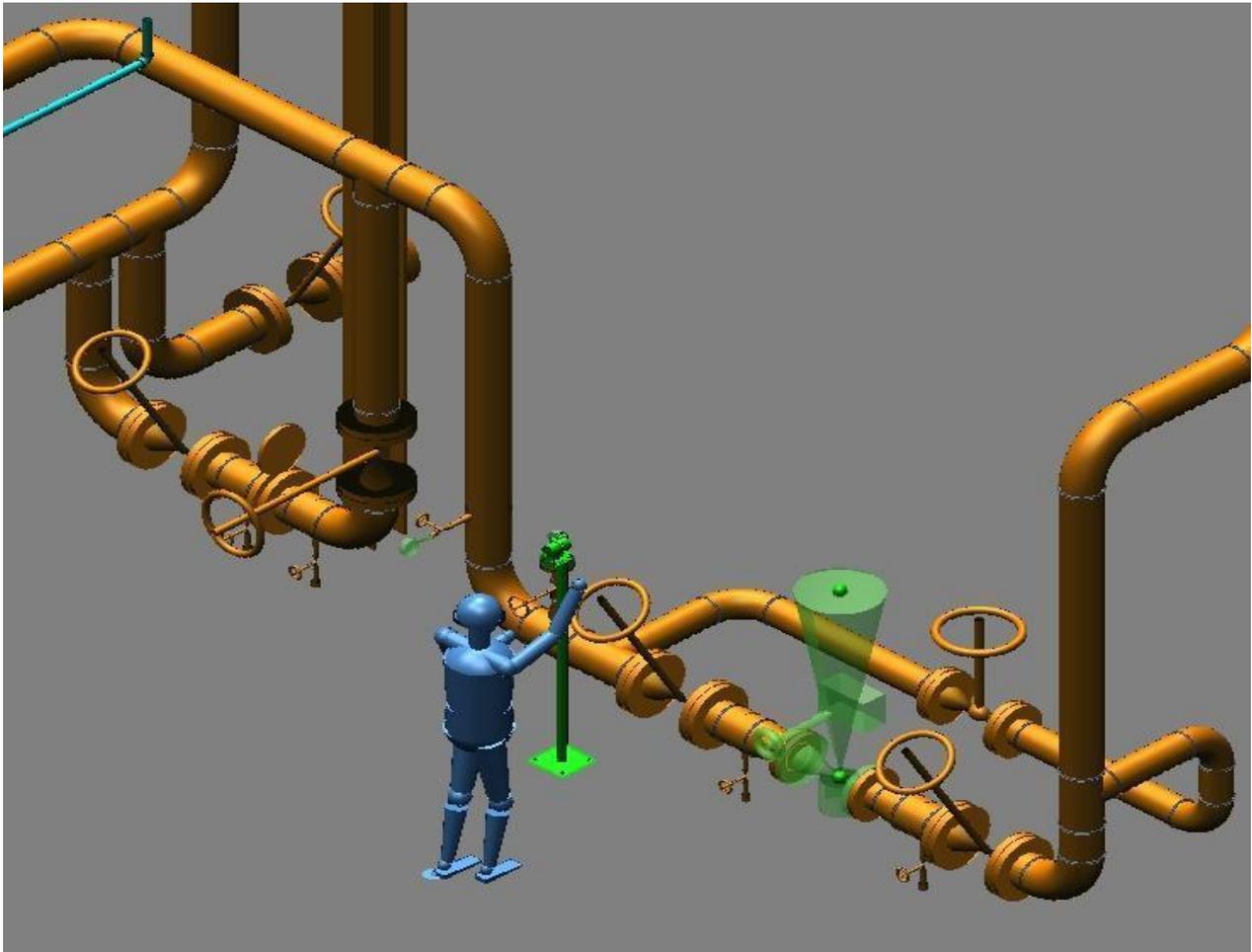


FIG. 11 EJEMPLO DE ZONA DE OPERACIÓN DE VÁLVULAS Y LECTURA DE INSTRUMENTOS [11].

El propósito del modelado fue permitir el fácil acceso a una gran cantidad de las válvulas e instrumentos de esa área, sin necesidad de utilizar plataformas de operación o que se coloquen andamios removibles, así como generar caminos que favorecen el desplazamiento del personal de la planta de manera directa entre los equipos.

En estos casos se deben considerar ciertos riesgos que pueden presentarse debido al posicionamiento de los accesorios, como podría ser la facilidad de un golpe o tropiezo causado por la colocación de los volantes de las válvulas. Por este motivo es importante definir caminos claros para el tránsito de los operarios, libres de cualquier obstáculo y que dispongan del espacio suficiente para así procurar la integridad de los trabajadores de la planta. Por ejemplo, se tiene una

especificación que indica la posición óptima para la colocación de los volantes de las válvulas dependiendo de su diámetro.

Algunos equipos, debido a su tamaño, posición y/o a la gran concentración de líneas en sus alrededores exigen la colocación de plataformas de operación. En el caso del tanque de alimentación que se muestra en la Fig. 12, al ser un equipo muy grande, se tuvo que instalar una plataforma de operación exclusiva para permitir la distribución de las líneas y el acceso a todos los accesorios necesarios. Debido al tamaño del equipo, la distribución de sus boquillas y la gran concentración de tuberías que entran y salen de él, la plataforma cuenta con varios niveles que permiten la organización de las líneas y facilitan el acceso a las zonas de interés de éstas.

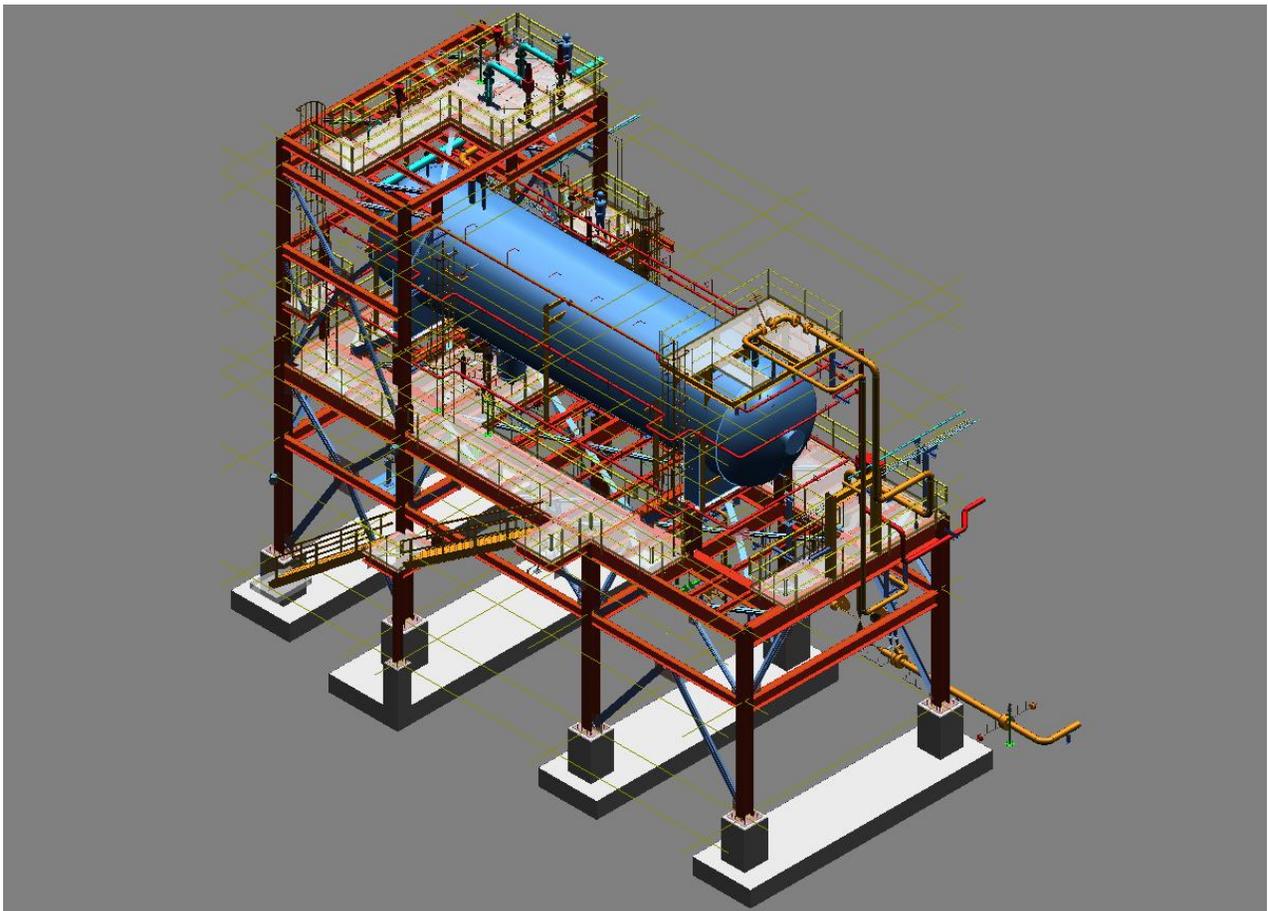


FIG. 12 TANQUE DE ALIMENTACIÓN Y SU ESTRUCTURA PARA OPERACIÓN [11].

El departamento de Ingeniería de Tuberías únicamente hace una propuesta de la posición, tamaño y zonas de acceso a las plataformas de operación que se acoplen con nuestro diseño; posteriormente,

el departamento de Ingeniería Civil hará los cálculos de las cargas efectuadas sobre la estructura y determinará los elementos necesarios para la construcción de esta. En algunos casos es posible que se requiera la adición de ciertos elementos estructurales que se interpongan con las rutas de tuberías ya trazadas y será necesario modificarlas, o que los elementos estructurales deban ser de un mayor tamaño y se necesite ajustar las líneas para evitar intersecciones.

El uso de plataformas de operación implica un gasto económico, por lo que el diseño de la planta debe optimizarse de tal forma que las plataformas de operación sean colocadas únicamente en caso de extrema necesidad.

También, hay que tener en cuenta las formas y costumbres que hay en las plantas en lo que a su operación y mantenimiento se refiere. Hay muchas válvulas en el proceso que no son constantemente manipuladas, por lo que el cliente prefiere no colocar plataformas fijas para su uso y mejor instalan andamios en caso de necesitar operarlas.

En el caso de mi área de trabajo fue necesaria la eliminación de varias plataformas de operación ya que el cliente las consideraba un gasto innecesario, en casos donde su uso no representara una necesidad constante para el operario y que no comprometiera el proceso, de acuerdo con el análisis del Ingeniero encargado; esto resultó en grandes cambios en el diseño de varias líneas de diámetro mayor, lo que representó un gran reto ya que los espacios ya estaban definidos.

Sistemas enterrados y aéreos

Al estar diseñando la planta se debe tener en cuenta que la construcción de esta se empieza por los sistemas enterrados, como drenaje y servicio de agua contra incendios.

Esto significa que ciertos elementos, como las copas de los drenajes, quedarán establecidos antes de terminar de definir el resto de las rutas de líneas de tubería, posiciones de equipos o incluso las dimensiones finales de estos.

Por este motivo, al presentarse cambios en las dimensiones de los equipos, en la distribución de estos o en la disposición de líneas, se debe tener en cuenta la posición de las copas para seguir manteniendo los puntos de conexión con el drenaje.

También, al momento de colocar soportes secundarios se debe tener en mente la posición de los sistemas enterrados para que no haya interferencias con la cimentación necesaria para el soporte.

Extracción de isométricos

Mi principal actividad a lo largo del desarrollo del proyecto fue la extracción de isométricos. Es un proceso sumamente tardado y exigente, pues los isométricos son una de las principales métricas para definir en qué punto de desarrollo del proyecto vamos. Para la aprobación de un isométrico de tuberías es necesario pasar por varias etapas de verificación del diseño, por lo que yo como diseñadora establezco la división de mi ruta en varias hojas, asigno los datos pertinentes a cada hoja y lo mando a revisión.

En este punto del proceso, un ingeniero denominado como “checker” (que cuenta con más de 15 años de experiencia en el diseño de tuberías) revisa el diseño de la línea, verifica que los códigos de los materiales sean los correctos de acuerdo con el catálogo de materiales y se asegura de que haya colocado los datos correctamente.

En caso de que no haya ningún comentario del *checker*, el isométrico será firmado y aprobado. Si se comenta algo, es necesario revisar dicho comentario, aplicarlo o resolverlo, y posteriormente volver a emitir la hoja para que el *checker* pueda revisarla nuevamente.

Este procedimiento se realiza dos veces, en una situación óptima, para emitir una línea para construcción: primero se hace una revisión básica y después la revisión para aprobar la línea para construcción. Entre la emisión de la primera revisión y la segunda puede pasar un largo periodo de tiempo, por lo que es posible que la línea cambie de manera significativa y el proceso se complique.

Durante la primera revisión, aparte del diseñador, el único involucrado será el *checker*. Sin embargo, al momento de emitir la segunda revisión y dependiendo de la línea, se involucran otras disciplinas que hacen sus comentarios.

Los cambios más comunes en este punto suelen ser los que pueda hacer el departamento de Flexibilidad, cuyos comentarios involucran la colocación de soportes y, en algunos casos, la modificación de la ruta para adaptarse a las deformaciones o desplazamientos que pudieran existir debido al mismo proceso de la planta.

También se involucran los departamentos de Proceso e Instrumentación, pero en términos generales sus comentarios suelen ser más sencillos de aplicar, pues tienen que ver con datos de la línea o de los accesorios utilizados.

Como resultado de estos comentarios, suelen ser necesarias muchas más iteraciones para poder emitir una hoja para construcción. Además, debemos añadir que aun cuando los isométricos de una línea han sido emitidos y aprobados para construcción, es posible que se requieran cambios y sea necesaria la generación de más revisiones.

Básicamente, la emisión de isométricos es un proceso iterativo donde se involucran todas las disciplinas de la Gerencia de Tuberías para reducir los errores y generar los documentos que permiten la construcción de la planta y se debe llevar un control estricto de las líneas emitidas y por emitir para evitar problemas al momento de generar las revisiones por motivos de productividad y avance del proyecto.

Una vez se concluye con la emisión de isométricos de tuberías, se procede a la generación de isométricos de trazas de vapor. Las trazas de vapor son líneas de menor tamaño que recorren una tubería para mantener las condiciones de temperatura según esté estipulado.

El proceso de generación de isométricos de trazas de vapor no está automatizado por el software, por lo que nosotros dibujamos las rutas sobre los isométricos de tuberías que la requieren. Aquí es necesario aplicar nuestro criterio como ingenieros y diseñadores para definir los puntos de entrada y salida de la traza, así como la mejor ruta a seguir.

La traza de vapor es un sistema de conservación de temperatura que consiste en envolver los tubos con tubos más pequeños (llamados *tubbing*) que llevan vapor, como se observa en la Fig. 13. El material del *tubbing* permite transmitir la energía entre el vapor y la línea de tubería, manteniéndola así en la temperatura que requiere.

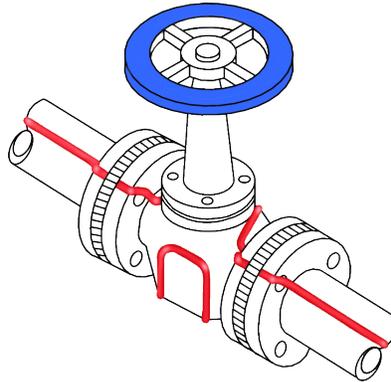


FIG. 13 EJEMPLO DE UNA LÍNEA DE TRAZA [10].

En este caso, modelé líneas para la alimentación de vapor y las llevé al punto más cercano posible al inicio del trazado, dejando la entrada necesaria para conectar el *tubbing*. De igual manera, cerca del punto final del trazado de la o las líneas se modela la salida de vapor que irá a recolección de condensados. Esto implica que tuve que generar nuevas revisiones para la emisión de los isométricos de esas tuberías.

El diseño de las líneas de alimentación de vapor depende de la cantidad de trazas que se necesiten para cada línea, lo que definen los Ingenieros de Proceso previamente. El número de trazas también define el arreglo que tendrán estas al envolver la tubería, y se debe mostrar dicha posición en un detalle en el isométrico de la traza.

Una vez definido el punto de alimentación y salida, dibujé sobre el isométrico de tubería (Fig. 14) la ruta de la traza, señalando los diferentes tipos de materiales que se utilizan en la ruta: *tubbing* pre-aislado para las partes que no requieren traza o están en zona de posible contacto con el operario, *tubbing* sin aislamiento para las zonas a tratar, conectores *tubbing* x *tubbing* para la ruta de la traza, conectores *tubbing* x tubo para la alimentación y salida de vapor, y los flejes necesarios para la sujeción del *tubbing*.

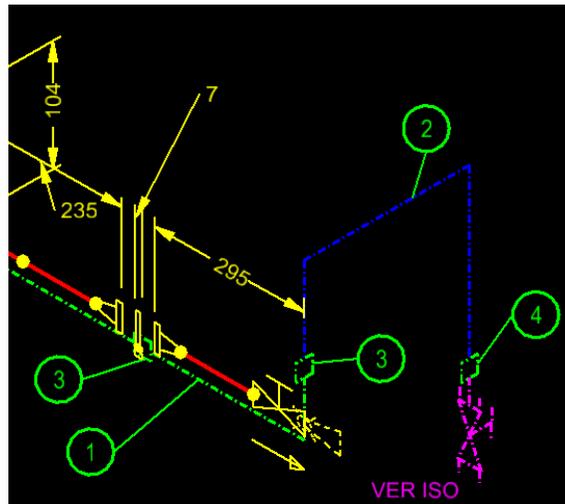


FIG. 14 EJEMPLO DE ISOMÉTRICO DE TRAZAS DE VAPOR [11].

Como el proceso no está automatizado, usé un programa hecho en Excel para calcular la cantidad requerida de *tubbing* de cada tipo y de flejes. En éste se ingresan datos geométricos de la línea de tuberías, como el número de válvulas, codos y tubo que la componen; con estos datos, se calculan las cantidades de los componentes que es necesario adquirir para el trazado. Los conectores los coloca el diseñador según la línea a trazar. Hay que ser cuidadosos con esta parte, pues debemos considerar la cantidad de trazas en la línea al momento de calcular el material.

Trabajo interdisciplinario

Uno de los mayores problemas que se presentan al trabajar en un proyecto de esta magnitud es el depender de muchos factores externos, como lo pueden ser los proveedores de los equipos o los requerimientos específicos de las otras áreas de trabajo, para definir nuestras rutas de tuberías. Puede pasar mucho tiempo para recibir la información oficial de las características de algunos equipos, por lo que nos vemos en la necesidad de hacer modificaciones en condiciones difíciles.

Hay líneas que son aprobadas para construcción antes de que el equipo del que proviene tenga bien especificadas sus medidas y la distribución de sus boquillas, lo que significa que debemos adaptar el diseño para que la línea siga la ruta ya aprobada, o solicitar a otras cuadrillas que ajusten las rutas y hagan las notas pertinentes. Muchas veces es necesaria una completa redistribución de una línea debido a cambios en las posiciones de las boquillas de los equipos y debido a la gran cantidad de

líneas que manejamos, la modificación de una línea suele ir acompañada de la modificación de otra u otras líneas.

También, a lo largo del desarrollo del proyecto se van sugiriendo cambios en muchos aspectos generales.

Uno de los cambios que estuvo más presente en este proyecto fue el método para aislar y/o el espesor del aislamiento de las líneas: el material de aislamiento fue modificado múltiples veces durante la elaboración del proyecto, lo que afectó el espesor de este mismo en muchos casos. Estos cambios representaron ajustes en las distancias entre las líneas y en el uso de zapatas.

De igual manera, cuando la coordinación de Ingeniería Civil va definiendo las estructuras suele haber cambios que afectan las líneas ya colocadas. Pueden cambiar la forma de los soportes secundarios, la posición de la cimentación de estos, el tamaño de los elementos estructurales, agregar elementos que son necesarios, etcétera. En la mayoría de estos casos, Tuberías debe adaptarse a las condiciones dadas por Civil y hacer las adecuaciones necesarias.

Como mencioné anteriormente, otro cambio que hubo fue la remoción de las placas de carga en la mayoría de las líneas, con el propósito de ahorrar. Este cambio significó ajustar la posición de todas aquellas líneas que llevaban placas de carga, un cambio mínimo pero relevante en carga de trabajo. Y en etapas finales se volvieron a introducir en varias líneas, lo que implicó emitir nuevas revisiones.

Sin embargo, la intervención de tantos equipos de trabajo diferentes también significa que habrá muchas mentes involucradas en un objetivo en común, lo que puede resultar en mejoras de los diseños y optimización del uso de los espacios.

3.3 Resultados

En mi tiempo como diseñadora de tuberías en esta planta desarrollé muchas actividades que ayudaron a fortalecer mis conocimientos y formarme como una Ingeniera profesional.

Dentro de las principales actividades en las que participé como Ingeniera de Tuberías se encuentran:

- Diseño y modelado de nuevas líneas de tuberías.
- Modificación de líneas existentes y aplicación de comentarios de otras disciplinas.

- Selección y modelado de soportes para tuberías.
- Propuestas de diseño de plataformas de operación.
- Emisión de isométricos de tuberías.
- Diseño de rutas para trazado de vapor y emisión de isométricos.
- Emisión de planos de planta.

Mi principal actividad en el desarrollo del proyecto fue la emisión de isométricos de tuberías. Emití cerca del 60% de los isométricos del área en diferentes revisiones, y cerca de las etapas finales estuve aplicando comentarios de otras disciplinas en las demás áreas.

Cuando hice la revisión de interferencias en el área, las que requerían atención eran debido a modificaciones que hizo civil en la posición o forma de los soportes secundarios, ninguna interferencia crítica. Cuando hice la revisión de los soportes secundarios, en el área únicamente se debieron realizar nuevas revisiones de 5 hojas debido a que civil colocó soportes que habían rechazado en un principio. Y la labor más intensa en la etapa final fue la aplicación de comentarios de flexibilidad, que solicitaban agregar soportes o guías o cambiar la posición de algunos ya colocados. Gracias a la constante revisión y análisis del modelo y los isométricos emitidos, al salir del proyecto el área en la que trabajé tenía un número mínimo de pendientes.

Capítulo 4: Conclusiones

Logré diseñar nuevas líneas de tuberías, aplicando las bases de diseño y especificaciones técnicas requeridas y cumpliendo con las necesidades de funcionamiento y operación para la planta. Conseguí comprender e interpretar documentos de tuberías e instrumentación para así diseñar mis líneas, respetando las características establecidas para el proceso.

Debido a que casi todos los softwares de diseño por computadora comparten ciertas similitudes, el haber aprendido a modelar con otros programas me dio una base clara para empezar a utilizar un nuevo software. Además, la facilidad del manejo del software me hizo capaz de asistir a mis compañeros de mayor edad, pues, aunque tienen más conocimientos de diseño a veces tienen complicaciones con el uso y entendimiento del programa.

La formación que recibí en la Facultad de Ingeniería me facilitó adaptarme al entorno y comprender fácilmente los conceptos que me estaban enseñando. En mi puesto no se realizan cálculos ni análisis estructurales ni nada por el estilo; sin embargo, el tener en cuenta estos conceptos y necesidades ayuda a su aplicación de manera intrínseca, y este es el tipo de pensamiento crítico que desarrollamos en la Facultad. Considero que mi formación académica provocó que fuera más apta para el desarrollo de las actividades que otros compañeros de diferentes profesiones. Así pude darme cuenta de la importancia del desarrollo académico y social que genera el estudiar una carrera.

Aprendí sobre los conceptos básicos del diseño de tuberías, aprendí a leer e interpretar documentos de tuberías e instrumentación, aprendí sobre los procesos y metodologías utilizadas en el desarrollo de un proyecto, entre otras cosas.

Referencias

1. **ICA Fluor.** (s.f.). *Home*. Recuperado el 10 de octubre de 2024 de <https://www.icafluor.com/index.html>
2. **Intranet ICA Fluor** – Acceso restringido al personal de la empresa.
3. **Perfiles de puesto: Intranet ICA Fluor** – Acceso restringido al personal de la empresa.
4. **Antaki, G. A.** (2003). *Piping and pipeline engineering: Design, construction, maintenance, integrity, and repair*. CRC Press.
5. **EL CEO.** (s.f.). *Energía en el sexenio de AMLO: gas, petróleo, electricidad y limpias*. Recuperado el 10 de noviembre de 2024 de <https://elceo.com/politica/energia-en-el-sexenio-de-amlo-gas-petroleo-electricidad-y-limpias/>
6. **México Social.** (s.f.). *El 70% del combustible que consumimos en México es importado*. Recuperado el 19 de noviembre de 2024 de <https://www.mexicosocial.org/el-70-del-combustible-que-consumimos-en-mexico-es-importado/>
7. **Presidencia de la República.** (12 de julio de 2019). Plan Nacional de desarrollo 2019-2024. *Diario Oficial de la Federación*.
8. **México Ya.** (s.f.). *Combustóleo: un reto energético*. Recuperado el 20 de noviembre de 2024 de <https://mexicoya.com.mx/combustoleo-un-reto-energetico/>
9. **Objetivo del proyecto ARRMH: Intranet ICA Fluor** – Acceso restringido al personal de la empresa.
10. **Wermac.** (s.f.). *Steam tracing*. Recuperado 10 de febrero de https://www.wermac.org/documents/steam_tracing.html
11. Este dibujo fue elaborado por un grupo de trabajadores, entre los cuales se encuentra la autora de este informe. Se obtuvo a partir de las especificaciones del proyecto definidas en los archivos confidenciales de la empresa y fue permitido su uso para ilustrar el reporte.