



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA

"DESARROLLO DE LA INGENIERIA BASICA
CONCEPTUAL, PARA AUTOMATIZAR UNA
TERMINAL CRIOGENICA DE ALMACENAMIENTO
DE GAS LPG Y AMONIACO"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

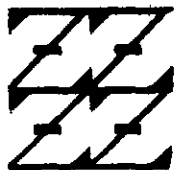
INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A :

JESUS HERNANDEZ GUERRERO

DIRECTOR DE TESIS: ING. RENE DE LA MORA MEDINA

U N A M
F E S
Z A R A G O Z A



LO HUMANO ES
DE NUESTRA REFLEXION

MEXICO, D. F.

274951

1999

TESTS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

JEFATURA DE LA CARRERA
DE INGENIERIA QUIMICA

OFICIO: FESZ/JCIQ/0039/98

ASUNTO: Asignación de Jurado

C. JESÚS HERNÁNDEZ GUERRERO
Presente

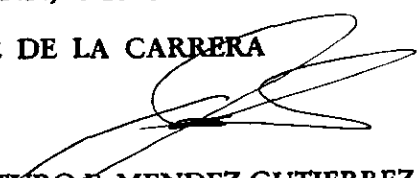
En respuesta a su solicitud de asignación de jurado para el Examen Profesional, le comunico que la Jefatura a mi cargo ha propuesto la siguiente designación:

Presidente: I.Q. René de la Mora Medina
Vocal: I.Q. Nicolás Granados Martínez
Secretario: I.Q. Gabriel Cruz Zepeda
Suplente: I.Q. Tomás Vargas Ramírez
Suplente: I.Q. Rosario Tapia Aguilar

Atentamente

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
México, D.F., 15 de Octubre de 1998

EL JEFE DE LA CARRERA



I.Q. ARTURO E. MENDEZ GUTIERREZ

Irm

DEDICATORIAS

Este trabajo esta dedicado a todas y cada una de las personas que con su apoyo ayudaron para la realización del mismo.

A mis padres:

Luis Tomas Hernández Tellez y Leonor Guerrero Yañez.

Quienes en todo momento han estado presentes para brindarme su apoyo, ellos son quienes inculcaron en mí el deseo de superación, de seguir avanzando aun cuando haya obstáculos difíciles. Gracias por permitirme llegar a una meta más.

A mis hermanos:

Miguel, Cecilia, Teresa y su esposo Flavio.

Ustedes también sigan adelante en todo lo que se propongan, y gracias por su respaldo en todo momento.

A mis sobrinas:

Nancy y Diana.

Gracias por esas lindas sonrisas y todas sus travesuras.

A los profesores:

Que desde la primaria me entregaron sus conocimientos, muy en especial al profesor Miguel Hector Jiménez Rosas, quien fue el primero en mencionar que existía la carrera de Ingeniero Químico,

A mis amigos de la FES "ZARAGOZA":

Javier Rivera, Ricardo Juárez, Jorge Fraide, Sergio Ignacio Bazán, Esteban Segura, Juan Manuel Delgado, Jorge Sánchez, David Bernabé Solorzano, Víctor Javier Burgos, Miguel

Gracias por esos buenos momentos en la escuela, esto nos hace ver que la amistad es algo importante y que son de las cosas que nunca se olvidan.

También deseo expresar mi más sincera gratitud a las personas que están o han estado presentes en algún momento, y que son una parte importante de mi vida, entre ellos a:

Julio Urbina, Miguel Angel Reyes, Sergio Nolasco, Arturo Rodríguez; Doña Silvia, Blanca Amador, Ricardo Juárez

Particularmente a:

Elizabeth Cárdenas, Raúl Abrajan, Ricardo Eleveño, Salvador Bravo, Víctor Fajardo, Julia Ramírez, Ramón Pérez, Jesús Ortiz, Alfonso Olivares, Francisco Valdez, Joel Hernández, Florencio Barrios, Antonio Carranza, José Luis López, Francisco Javier García, Pablo Flores, Arturo, Claudia, Laura, Sergio, Celia, Martín, Manuel.

Así mismo, quiero agradecer a los Ingenieros: René de la Mora Medina y Nicolás Granados Martínez, quienes me asesoraron para la elaboración de ésta tesis, y que gracias a su apoyo fue enriquecida con sus comentarios y sugerencias. Además, gracias a su ayuda, inicié en el ámbito del desarrollo de Ingeniería a nivel profesional. Mi más sincera gratitud para ambos.

Especialmente, deseo expresar mi agradecimiento a:

Norma Carmen Lugo Ortiz, Catalina Muñoz Romero y Angeles Ochoa González, quienes en los momentos más difíciles por los que he pasado, han estado a mi lado y me han ofrecido su amistad y cariño sin importarle nada más; muchas gracias por su comprensión, por su apoyo, por su sinceridad, en fin, por ser como son, nunca cambien, pues ustedes me han demostrado cual es el significado de la palabra "amistad". Las quiero.

Finalmente, quiero dedicar este trabajo y agradecer encarecidamente a una persona muy importante, la cual me impulso a realizar el mismo, enseñándome que mientras vivamos podemos alcanzar muchas metas, y que la amistad se puede convertir en algo más fuerte, en algo "Especial".

"Especial"

es una palabra, que describe algo único,
un abrazo, una puesta de sol
o alguien que ofrece amor
con una sonrisa o un gesto cariñoso.

"Especial"

describe a los que obran con el corazón
pensando siempre en los demás...

"Especial"

se aplica a algo precioso,
algo que admiramos
y que jamás podrá ser reemplazado...

¡"Especial"

es la palabra
que te describe mejor!

Con amor para:

Josefina Hortencia Doniz Angeles

Gracias por haber sido "Especial".

Descanse en paz. †

CONTENIDO

CONTENIDO :

	<u>Página:</u>
1.	4
<u>Resumen.</u>	5
2.	6
<u>Introducción.</u>	7
3. <u>Capítulo uno.</u>	9
<u>Generalidades.</u>	
<u>1.1. Ingeniería de Proyectos.</u>	10
<u>1.2. Ingeniería Básica.</u>	17
<u>1.3. Ingeniería de Procesos.</u>	33
<u>1.4. Amoniaco (aspectos generales).</u>	38
<u>1.5. LPG (aspectos generales).</u>	40
<u>1.6. Refrigeración.</u>	43
4. <u>Capítulo dos.</u>	54
<u>Descripción de Documentos.</u>	
<u>2.1. Descripción de los procesos.</u>	55
<u>2.2. Bases de diseño.</u>	60
<u>2.3. Diagramas de flujo de proceso.</u>	74
<u>2.4. diagramas de tubería e instrumentación de proceso.</u>	75
<u>2.5. Diagramas de tubería e instrumentación de servicios auxiliares.</u>	78
<u>2.6. Plano de localización general.</u>	80
<u>2.7. Plano de notas generales leyendas y símbolos.</u>	81
5. <u>Capítulo tres.</u>	82
<u>Desarrollo de documentos de Ingeniería Básica Conceptual para los</u>	
<u>sistemas de LPG y Amoniaco.</u>	
<u>3.1. Hojas de especificación de instrumentos.</u>	83
<u>3.2. Aceite de calentamiento para Amoniaco y LPG.</u>	86
<u>3.3. Hoja de datos de cambiadores de calor (preliminar).</u>	88
<u>3.4. Dimensionamiento de líneas.</u>	91
<u>3.5. Chequeo hidráulico.</u>	93
<u>3.6. Cálculo de bombas.</u>	95
<u>3.7. Hoja de datos de bombas (Preliminar)</u>	97
<u>3.8. Cálculo de válvulas de control.</u>	100
<u>3.9. Hoja de datos de válvulas de control (preliminar).</u>	103
<u>3.10. Cálculo de válvulas de seguridad.</u>	106
<u>3.11. Hoja de datos de válvulas de seguridad.</u>	111
<u>3.12. Lista de líneas.</u>	114
<u>3.13. Balance de masa.</u>	118

6.-		123
	<u>Conclusiones.</u>	124
7.- <u>Anexos.</u>		125
	<u>A) Aislamientos térmicos.</u>	126
	<u>B) Términos de control (definiciones)</u>	130
	<u>C) Tipos de instrumentación.</u>	144
	<u>D) Dibujos elaborados para la Ingeniería Básica desarrollada por proceso.</u>	148
	<u>E) Hojas de datos que emite proceso.</u>	182
	<u>F) Análisis comparativo de compresores.</u>	194
8.-		197
	<u>Bibliografía.</u>	198

RESUMEN

La importancia de contar con la Ingeniería Básica de cualquier sistema o proceso, nos permite implementar las diversas etapas que son englobadas dentro de la Ingeniería de Proyectos. En el planteamiento de este trabajo, se considera maximizar la disponibilidad del equipo de una planta en operación, modernizando en lo posible los sistemas de control de los procesos y cambiando por equipo nuevo el considerado como obsoleto, de acuerdo al tiempo que lleva operando.

El trabajo fue realizado en tres capítulos, describiéndose a continuación, cada uno de ellos.

Introducción, donde se indican aspectos importantes para la realización de este trabajo.

Capítulo uno. Generalidades.

Tiene como propósito el dar una idea general de lo que es la Ingeniería de Proyectos, su finalidad, su organización, etcétera; también la Ingeniería Básica, las etapas que integran a la misma; cuales son los Departamentos que se encuentran involucrados en la misma, los documentos principales que la integran; así como las definiciones y especificaciones de cada uno de los mismos, como deben realizarse, los puntos principales a considerar y que deben contener para su mejor comprensión y fácil manejo, así como la especialidad que elabora cada uno de esos documentos. Por otro lado, se precisa cuando en una firma de Ingeniería, se habla del "Departamento de Proceso"; aquí se define que es la Ingeniería de Procesos, cual es su objetivo, lineamientos y sus funciones, además, se indican cuales son las funciones del Ingeniero de Procesos, así como las actividades que desempeña el mismo.

Capítulo dos. Descripción de Documentos.

Se establecen cuales son las modificaciones y/o cambios propuestos a los procesos originales, con los cuales se construyó la Terminal de Topolobampo, para con esto, poder realizar la automatización de la planta. Por otra parte, también se indican los documentos que se deben generar para llevar a cabo la automatización de la terminal. Presentándose principalmente los documentos que como parte de la Ingeniería Básica, se han de modificar dentro de los trabajos que la Ingeniería de Procesos lleva a cabo.

Capítulo tres. Desarrollo de documentos de Ingeniería Básica Conceptual para los sistemas de LPG y Amoniaco.

Consiste fundamentalmente en establecer cuales son los documentos que se consideran, deben ser generados o emitidos por Proceso dentro de la Ingeniería Básica y los que en determinado momento se han de realizar, en función de los cambios efectuados dentro del proceso de automatización.

Además de indicar las conclusiones a las cuales se llegó al término de este trabajo.

Por último, se presentan una serie de anexos, cuya finalidad es la de apoyar al lector, para visualizar de forma más clara, algunos de los aspectos tocados dentro del desarrollo del proyecto y los cuales tienen una gran importancia dentro de éste, pudiendo ser los mismos de gran utilidad para el desarrollo de otros proyectos.

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Ante los fuertes cambios tecnológicos dentro de la planta productiva de nuestro país, motivado actualmente por las presiones ejercidas desde la firma del TLC, y principalmente por países con un mayor desarrollo tecnológico y productivo, es que surge la necesidad de instituir un programa mediante el cual se establezca como principal función, la de modernizar este tipo de instalaciones; con lo que se permite que la misma siga siendo competitiva, más que nada hacia los mercados exteriores.

En la actualidad reviste gran importancia, todo lo relacionado con las nuevas formas de control y supervisión que se desean tener sobre los procesos de distribución de PEMEX, de manera muy particular lo relacionado con la distribución de gas LPG y Amoniaco dentro del territorio nacional, para lo cual, desde hace algunos años se han venido realizando programas en los que se tiene como objetivo principal, el de modernizar dichas instalaciones para ofrecer un mejor servicio con una mayor calidad y sobre todo un mejor control de los productos que ahí se manejan.

Por otra parte, también se consideran las pérdidas que se tienen dentro de éstas instalaciones, ya que no cuentan con sistemas modernos de control, por lo que no se tiene una buena relación del producto que es almacenado y del producto que es vendido, debido más que nada, al poco control que se tiene de la cantidad que es entregada en autotanques, ya sean estos de LPG o de Amoniaco, y principalmente a lo obsoleto que resulta el equipo con que actualmente se opera este tipo de plantas, además del personal que ahí trabaja, ya que los mismos al darse cuenta de las condiciones en que se encuentran estas, tratan de sacar provecho, por lo que de acuerdo al tiempo que llevan en funcionamiento y que tienen de haberse construido, hacen más que necesaria su modernización.

Por lo que ha habido la necesidad de involucrar a personas que no están tan directamente relacionadas con los centros de distribución, pero que pueden prestar sus servicios para tratar de dar soluciones reales sobre el control de las mismas; es ahí en donde interviene el Ingeniero de Procesos, el cual propone los cambios necesarios respecto a los sistemas de control que fueron instalados.

Es por eso que en México, donde se vive una economía sensible a los costos de la energía y al retraso tecnológico, hacen que los mismos impacten directamente en el manejo de una terminal de almacenamiento como esta, por lo que se requiere optimizar en lo posible el equipo.

Una de las alternativas que permite a la industria aumentar la productividad de sus procesos y que menos los modifique, es la optimización mediante la automatización de los equipos involucrados dentro del proceso, de acuerdo a la Instrumentación y control que se proponga dentro de los DTI's del proceso del que se trate, así como los demás documentos que son emitidos por el Departamento de Proceso.

Se puede considerar que el problema que aquí se trata, es de particular importancia, ya que en estos momentos, en que los recursos no renovables tales como el gas LPG y el Amoniaco, son de vital importancia, surge la necesidad de modernizar y principalmente automatizar las terminales de almacenamiento y distribución como es en este caso, la de Topolobampo en Sinaloa.

Por lo que el objetivo de este proyecto, es el "Desarrollar la Ingeniería Básica Conceptual, para la automatización de las instalaciones de la Terminal Criogénica de Almacenamiento de Gas LPG y Amoniaco, con lo que se optimizará la utilización de recursos, tanto humanos, como materiales, para dar una mayor flexibilidad a los procesos."

Finalmente, los pasos a seguir para llevar a efecto este trabajo, se pueden englobar en los siguientes conceptos:

1. Recopilar la mayor información posible, necesaria para el desarrollo del trabajo.
2. Clasificar la información de acuerdo a su importancia, desde el punto de vista de Procesos.
3. Consultar la bibliografía específica, que ayude en el desarrollo del proyecto.
4. Definir cuales son los documentos que requieren ser emitidos.
5. Verificar la información generada por otros departamentos, que auxilien en la elaboración del trabajo.

CAPITULO UNO

GENERALIDADES

Ingeniería de proyectos.

Ingeniería básica

Ingeniería de procesos.

Amoniaco.

LPG.

Refrigeración.

1. GENERALIDADES

1.1. INGENIERÍA DE PROYECTOS.

Como el objetivo principal de este trabajo no es el de establecer lo que es la Ingeniería de Proyectos, así como su organización, por lo que sólo se mencionaran de forma general los aspectos básicos de la misma.

La Ingeniería de proyectos se considera como el eslabón que permite pasar de la concepción técnica inicial a la realidad física industrial.

La ingeniería de proyecto es una actividad de tipo interdisciplinario de todas las ramas de la ingeniería, así como de las especialidades en otros campos. Esta integración asegura el desempeño de todas las funciones que están involucradas en el diseño, construcción y operación de una planta, en los que la Ingeniería se debe desarrollar en el menor tiempo, al menor costo, alta calidad y el mejor aprovechamiento de los recursos y materiales asignados para ello.

El grupo de Ingeniería de proyecto independientemente de como se integre, siempre tendrá como responsable un jefe, al que se le suele denominar "Jefe de Proyecto", "Gerente de Proyecto", o "Administrador de Proyecto", él, así mismo, contará con el apoyo de coordinadores en diversas áreas.

1.1.1. Tipos de Organización.

Las firmas de Ingeniería tienen diferentes formas en que planean, organizan o administran un proyecto, existiendo tres maneras básicas de organización.

1.1.1.1. Organización Matricial.

Esta organización es una estructura multidimensional, que trata de optimar las ventajas y minimizar las desventajas de las organizaciones departamentales y de grupos proyectizados.

La organización Matricial combina la estructura de jerarquía vertical standard, con la estructura superpuesta horizontal con un coordinador de proyecto.

Para que la organización Matricial opere en forma óptima es necesario que se cumplan los siguientes puntos:

- a) Definición de responsabilidades, autoridad del jefe de proyecto y el papel que desarrollaran los departamentos funcionales, son establecidas por la autoridad máxima en base al tipo de especialidad que intervenga en el proyecto.
- b) El Ingeniero de proyecto debe anticiparse a los conflictos dentro de esta organización, tratando de desarrollar un espíritu de equipo.

- c) La principal responsabilidad del Ingeniero de Proyecto radica en los objetivos, programas y presupuestos para el proyecto.
- d) Los jefes de departamento deben estar comprometidos con los planes y programas del proyecto, debiendo revisar, estar de acuerdo y firmar los documentos.

Un esquema típico de esta forma de organización, es mostrado en la figura 1.1.

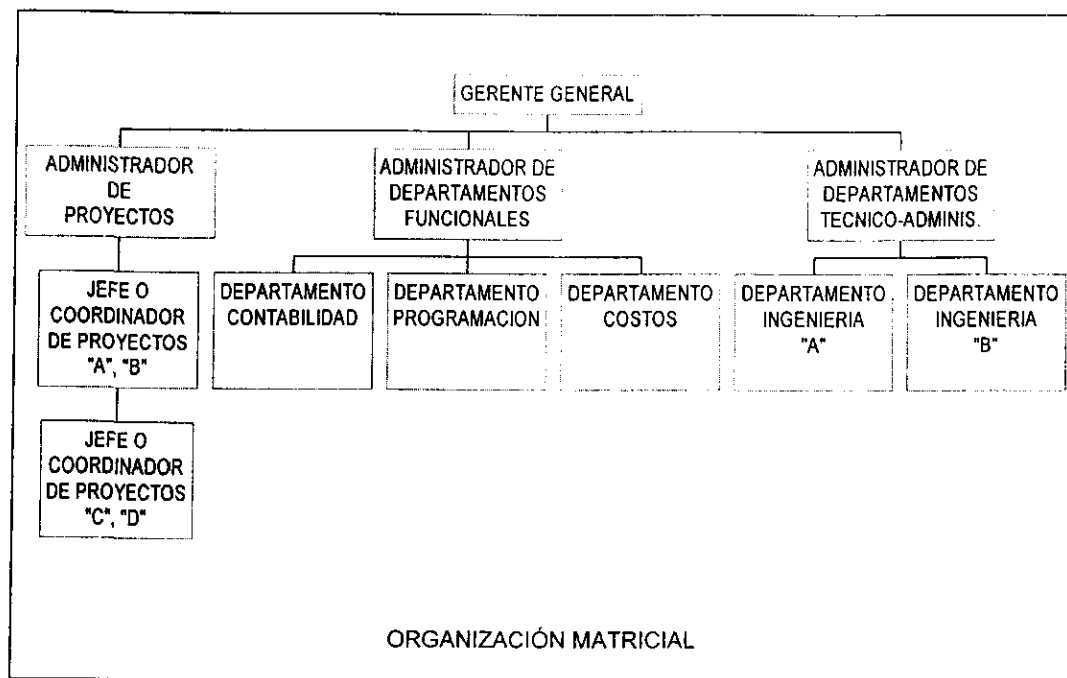


FIGURA 1.1.

1.1.1.2. Organización Proyectizada o Grupo de Proyecto o "Task-Force".

En este tipo de organización, todos los recursos necesarios para la realización de un proyecto, están separados de la estructura funcional o departamental regular y se establecen como una unidad autosuficiente encabezada por un jefe de proyecto.

En esta organización el jefe de proyecto tiene la máxima autoridad y puede adquirir recursos dentro o fuera de la organización. Todo el personal asignado al desarrollo del proyecto esta bajo la autoridad directa del gerente o jefe de proyecto en la duración de este. Formando una sola unidad multidisciplinaria en la que internamente se puede establecer como una estructura jerárquica vertical en la que todos sus integrantes se reportan con el jefe de proyecto.

La estructura interna de una organización "Task-Force" es funcional o de tipo departamental, esto es que el grupo de proyecto esta dividido en áreas funcionales no dejando de formar un grupo

interdisciplinario donde el único mando lo establece el jefe de proyecto teniendo como aspecto principal y singular la unidad de mando, el de tener siempre la secuencia de un sólo objetivo y el entendimiento del trabajo.

Un esquema típico de esta forma de organización, es mostrado en la figura 1.2.

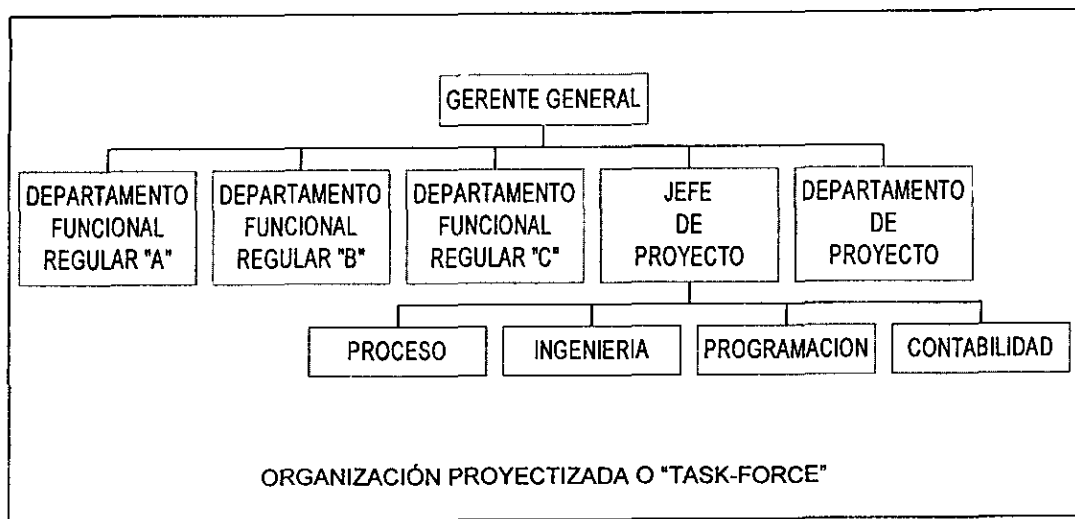


FIGURA 1.2.

1.1.1.3. Organización Tipo Combinado.

No existe estructura organizacional que se considere perfecta, en el aspecto de la administración de proyectos, la selección final depende de la consideración de los diferentes factores de los trabajos, las necesidades de las empresas y las características de los proyectos.

En la organización de tipo Combinado, es posible usar las dos estructuras administrativas dentro de la misma compañía para diferentes proyectos e incluso usar las mismas a diferentes niveles.

La selección final del tipo de estructura administrativa, deberá establecerse a partir de los recursos físicos, financieros, humanos y de las condiciones de un proyecto específico.

1.1.2. Dirección de proyectos.

El Ingeniero de proyectos es el responsable del trabajo de toda la ingeniería y de la dirección del proyecto. Esta dirección de proyectos, incluye cuatro funciones consideradas como las más

importantes para llevar a cabo la instalación, arranque y operación de una planta, siendo estas las siguientes:

1.1.2.1. Planeación básica

1.1.2.2. Dirección

1.1.2.3. Coordinación

1.1.2.4. Control

A continuación se describen de manera general cada una de estas actividades.

1.1.2.1. Planeación Básica.

Al inicio de cada proyecto, el Ingeniero de Proyectos bajo la dirección de los ejecutivos de la empresa desarrolla un plan básico para el manejo de un proyecto en particular, parte del mismo se puede establecer durante la etapa de oferta. El plan básico comprende los siguientes puntos:

1. Objetivos y descripción del proyecto.
2. Organización del proyecto.
3. Asignación del personal.
4. Políticas de proyecto.
5. Procedimientos de coordinación y correspondencia.
6. Programa de actividades.
7. Análisis de costos y financiamiento.

1.1.2.2. Dirección.

El ingeniero de proyecto organiza y dirige las actividades de planeación y construcción de acuerdo a lo establecido en el plan básico u organización del proyecto, en donde se indica la forma en que se va a trabajar y las personas que van a hacerlo.

El Ingeniero de proyecto emite el estimado de costos o presupuestos que ha sido preparado por el departamento de estimaciones, en este estimado, se indica la cantidad de dinero del que se puede disponer.

Cuando se dan a conocer los procedimientos de coordinación y correspondencia se indica quien es responsable de las distintas actividades, quien ha de recibir la correspondencia y quien tiene que manejarla.

Generalmente, el Ingeniero de proyectos se reserva para su atención personal, todas las decisiones que tengan relación con el cliente o que pudieran afectar el costo de la obra. Puede tomar la decisión de solicitar más personal en caso de que sea necesario y examinar todas las solicitudes y órdenes de compra antes de que se emitan. El Ingeniero de proyectos también debe analizar los cambios que puedan afectar la terminación del proyecto.

Para la dirección de cualquier proyecto, son importantes las juntas periódicas de proyecto. Estas reuniones son dirigidas por el Ingeniero de Proyecto, a las cuales asisten todos los que desempeñan partes clave en el diseño, la procuración y construcción. La finalidad de estas juntas es examinar la situación de todo el trabajo y dar la solución a problemas fuertes.

En la figura 1.3 se muestra un esquema en donde se indican las etapas en las que se encuentra involucrado el Ingeniero de Proyectos.

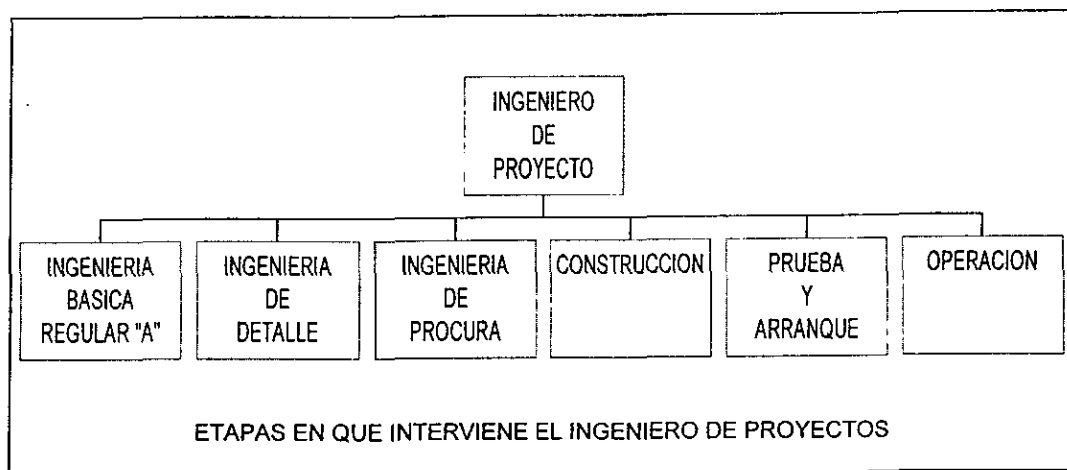


FIGURA 1.3

1.1.2.3. Coordinación.

Una de las principales funciones del Ingeniero de proyecto y de su personal es la de coordinar a los numerosos grupos de personas implicadas en el desarrollo de un proyecto industrial. Así un grupo de proyecto tiene que ver que todos los que trabajan en el mismo, dispongan de la información necesaria para efectuar su trabajo. Con frecuencia, esto se reduce a ver que un grupo mantenga enterado a los otros y que se les dé la información necesaria para realizar cierta actividad.

Una manera de establecer una coordinación efectiva, es tener reuniones de coordinación entre especialistas para determinar sus necesidades. En estas reuniones se examina la situación, por ejemplo de cada partida de equipo y material para el proyecto.

Es de vital importancia la coordinación, particularmente en un trabajo complejo en el que cada uno debe sumar su esfuerzo con un fin común para lograr una buena actividad.

1.1.2.4. Control.

La dirección, la coordinación efectiva y el resultado afortunado de un proyecto, dependen en gran parte de las medidas de control efectivas. Cuando se habla de lo anterior se piensa en términos de lograr tres objetivos fundamentales.

1.1.2.4.1. Control de calidad.

1.1.2.4.2. Control de costos.

1.1.2.4.3. Programación.

1.1.2.4.1. Control de calidad.

La óptima calidad de diseño, materiales y construcción es esencial. Los gerentes de los departamentos de proceso y de Ingeniería han establecido normas prácticas, así como un sistema de inspección y comprobación dentro de los distintos grupos, secciones y departamentos.

El control de calidad global para el diseño del proyecto es una de las funciones primordiales del ingeniero de proyecto y de proceso. Así a lo largo de la fase de diseño del proyecto los ingenieros están continuamente revisando los dibujos, especificaciones y listas de materiales, haciendo sugerencias, comprobando puntos especiales para asegurar que estén cumpliendo las bases de diseño, las especificaciones y buenas prácticas de ingeniería.

Los jefes de ingenieros vigilan constantemente que la obra cumpla con las normas de calidad preestablecidas y a la finalización del proyecto se compruebe cada pieza de equipo y toda la tubería con los representantes del cliente.

1.1.2.4.2. Control de costos.

Lo más importante de esta actividad, es el control de costos. La mayoría de las compañías tienen grupos específicos que se dedican únicamente a los reportes y evaluación de costos de cada proyecto. Así, en términos generales, el que trabaja o supervisa una actividad en un proyecto en realidad controla alguna parte de costo.

Esto incluye desde los mensajeros, obreros calificados e ingeniero de proyecto, quien es el que toma la mayoría de las decisiones importantes que afectan al costo del proyecto.

En la mayoría de las firmas o compañías, llaman control de costos a un grupo de personas que preparan presupuestos y reportes que permiten a quienes en realidad desarrollan el trabajo, administrar mejor los costos. Teniendo como primer paso para un control de costos efectivo, la preparación de un estimado para usarlo como presupuesto.

Cuando se define el objetivo del proyecto se establecen diagramas de flujo, arreglos generales y se prepara un presupuesto detallado para llegar a un estimado definitivo. Los precios del equipo mayor, se obtienen de los proveedores, lo cual permite hacer un estudio de los salarios, de la mano de obra de construcción, de la disponibilidad y productividad de la misma.

Junto con el costo de realización del trabajo de ingeniería y procuración, se determina un costo estimado de equipo y herramientas de construcción, personal de campo y supervisión. Todos estos costos forman el estimado definitivo, el cual es la base para medir los costos de un proyecto.

Finalmente, los costos reales son comparados periódicamente por el equipo de ingeniería del proyecto y el grupo de control de costos, con los costos estimados.

1.1.2.4.3. Programación

En todas las empresas de desarrollo de proyectos existe un departamento de programación, el cual prepara un programa detallado de tiempos. En él se muestran fechas, (en función del objetivo) importantes de inicio y fin de actividades del proyecto.

El programa se elabora de acuerdo a los datos preliminares de tiempos proporcionados por los diferentes departamentos y que han sido recopilados por el Ingeniero de Proyectos, mostrándole a los diferentes departamentos lo que se debe hacer y en que momento.

Cada departamento de la firma, utiliza el programa como un auxiliar para el desarrollo de sus actividades, es así que por ejemplo, el departamento encargado del aspecto financiero usa el programa como base para asegurar la recepción de servicios, materiales y equipo, gastos que se realizarán en el futuro y requerimientos de capital de trabajo. El departamento de ingeniería usa el programa como auxiliar en la planeación de sus necesidades de fuerza de trabajo. El de construcción lo utiliza para planear la supervisión, las herramientas y equipo que se usarán en la obra para programar a subcontratistas en el sitio de la obra y para planear cuando y cuantos obreros calificados se requieren, utilizándose principalmente como base para medir el avance de la obra y el equipo de ingeniería, lo utiliza como herramienta para controlar las diferentes actividades del proyecto.

Uno de los tipos de programas que son utilizados con más frecuencia dentro de un proyecto, son los "Diagramas de Gantt", del cual, a continuación se describen algunos detalles del mismo.

1.1.2.4.3.1. Diagramas de Gantt

Los diagramas de Gantt tienen como característica esencial, representar en un proceso mediante una línea o barra cuya longitud es proporcional a la duración del proceso. Actualmente se cuenta con programas que pueden elaborar éstos diagramas solo indicando las actividades que se llevarán a cabo y estableciendo las fechas de compromiso; encontrándose entre los más populares el "Project".

En la figura 1.4 se muestra el esquema de un diagrama típico de Gantt; (elaborado en Microsoft Project). En él se observa cuando empieza cada actividad del proyecto, el periodo en que se desarrolla el trabajo y cuando debe terminarse. La principal ventaja de este tipo de programa, es su simplicidad y facilidad para entenderlo.

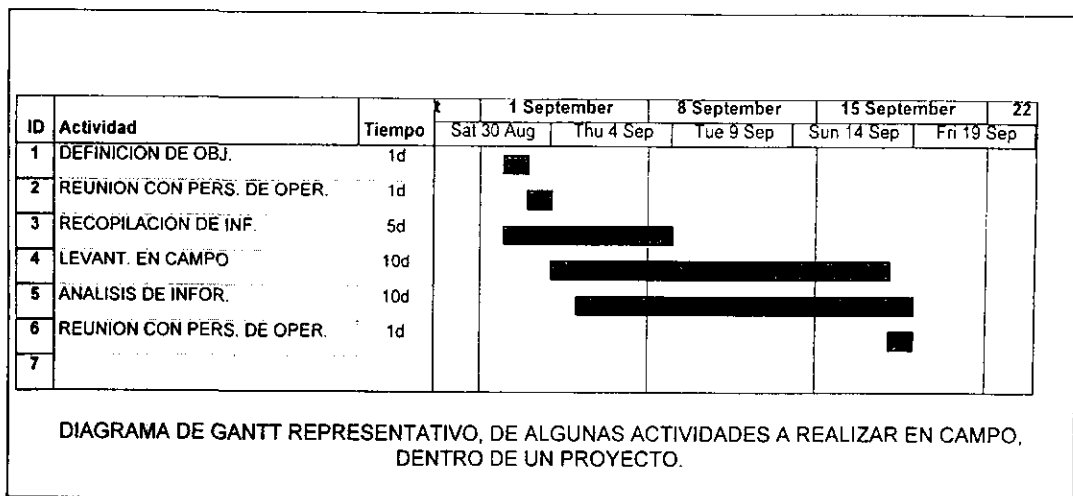


FIGURA 1.4

1.1.3. Proyecto preliminar

Los elementos determinantes para realizar un proyecto preliminar son:

- Los resultados de estimación de la inversión
- Los costos de producción.
- Información obtenida en los estudios de mercado.

El costo de este proyecto, generalmente no es muy elevado y se puede obtener con exactitud relativa a partir de los costos iniciales y finales de inversión y de operación.

En la etapa del proyecto preliminar se desarrollan y determinan con la mayor precisión posible, todos los requerimientos de ingeniería, los cuales son planeados, dirigidos y coordinados por el Ingeniero de Proyectos.

1.2. INGENIERÍA BÁSICA

La Ingeniería básica en algunas ocasiones para un proyecto, se plantea como el trabajo preliminar a realizar antes de la ingeniería de detalle y se realiza para complementar lo que se conoce como "paquete básico", dicho paquete se elabora en casos como por ejemplo; cuando una planta que ha de ser construida por una firma, la misma, es capaz de realizar la mayor parte del trabajo que constituye la parte de ingeniería de detalle. Otro caso lo constituye por ejemplo cuando se requiere la

modernización de una planta, en la cual, la firma de ingeniería que se encuentra involucrada en este proceso, también es capaz de realizar la mayor parte de dicha ingeniería de detalle, pero por supuesto, requiere de un paquete básico para iniciar su trabajo.

Por otra parte, si la licencia del proceso se ha vendido, también debe prepararse un paquete de ingeniería, conteniendo en lo posible, todos los detalles con los cuales se permita que el comprador pueda realizar el proyecto por sí solo. A toda la preparación de este paquete de ingeniería, es a lo que se le conoce o denomina "Ingeniería básica".

En la figura 1.5. se muestra un esquema de las etapas que suelen presentarse en la Ingeniería Básica.

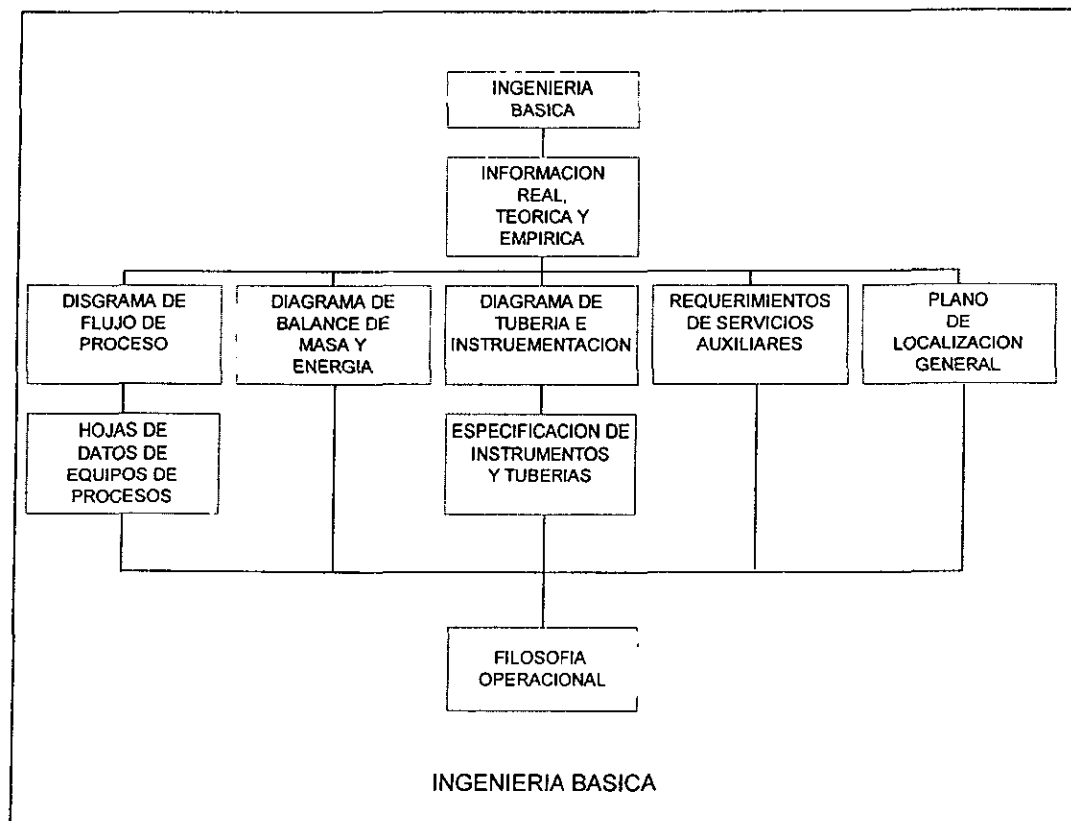


FIGURA 1.5

La Ingeniería básica o diseño básico, suele hacerse bajo la dirección general del ingeniero de proyectos. El trabajo de la Ingeniería básica, comienza después de que el Ingeniero de proceso ha establecido cual va ha ser o es la capacidad de la planta, cuales son o cual es la materia prima con la que se va ha trabajar, la calidad y características que deben reunir la o las materias primas y la

calidad y características que se requieren en el o los productos que se van a elaborar o en el caso de una modernización, de acuerdo al proceso que se esta trabajando, además se debe contemplar cual es la flexibilidad que se puede manejar dentro de la operación, así como los derechos de la licencia y las patentes, también cual es la experiencia comercial previa, los costos de capital y operativos, aparte de las garantías que se deben ofrecer.

En el párrafo anterior, se considero que el proceso en si, estaba protegido por una patente, pero por otra parte, existen otras fuentes para obtener la información requerida en la Ingeniería básica; como es el caso en que el proceso sea de dominio público, aquí la propia empresa puede desarrollar la Ingeniería básica, con sus propios medios o puede auxiliarse de una firma de Ingeniería.

En el caso ya mencionado, en el cual el proceso se encuentra protegido por una patente, se acude a licenciadores, los cuales son definidos desde la etapa de selección del proceso.

Para el caso en el cual, el proceso es nuevo, puede establecerse una asociación con asesores calificados, por lo general son licenciadores calificados, con experiencia en desarrollo de procesos.

En la ingeniería básica es cuando el Ingeniero Químico aplica en mayor grado sus conocimientos, ya que es en esta etapa del proyecto, es cuando debe realizarse el desarrollo, la evaluación, el diseño de los procesos químicos y operaciones unitarias que son requeridas para la obtención de los productos deseados. Por otra parte, las especialidades que comúnmente participan en esta fase del desarrollo del proyecto son:

1. PROYECTOS
2. PROGRAMACIÓN Y CONTROL
3. PROCESO
4. INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL
5. TRANSFERENCIA DE CALOR
6. TUBERÍAS
7. CIVIL
8. MECÁNICO
9. OPERACIÓN

1.2.1. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN LA INGENIERÍA BÁSICA.

Los documentos que integran la ingeniería básica son los siguientes:

- 1.2.1.1. *DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROCESO*
- 1.2.1.2. *BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA*
- 1.2.1.3. *REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS AUXILIARES*
- 1.2.1.4. *PLANO DE LOCALIZACIÓN GENERAL*
- 1.2.1.5. *DIAGRAMAS DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN*
- 1.2.1.6. *HOJAS DE DATOS DE EQUIPOS*
- 1.2.1.7. *ESPECIFICACIONES DE INSTRUMENTOS Y TUBERÍAS*
- 1.2.1.8. *BASES DE DISEÑO.*
- 1.2.1.9. *FILOSOFÍA DE OPERACIÓN*

A continuación se da una breve explicación de lo que significan y deben de contener cada uno de los documentos anteriores.

1.2.1.1. *DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROCESO*

Generalmente se emplean tres tipos de diagramas de flujo de proceso, siendo estos los siguientes:

1.2.1.1.1. Diagrama gráfico.

Este tipo de esquema, generalmente es utilizado para publicidad, en él se muestran las partes importantes del proceso, más sin embargo no aparecen representadas todas las corrientes involucradas dentro del mismo. (Por lo general son dibujos que por el "colorido" llegan a causar un gran impacto a quien se le presenta).

1.2.1.1.2. Diagrama de bloques.

En este tipo de diagramas se tratan de agrupar los diferentes equipos o áreas de la planta, dado que cada bloque representa uno de los mismos; en este diagrama se delimitan las diferentes zonas mostrando además las corrientes que se consideran más importantes del proceso; teniendo singular importancia, ya que estos sirven para el desarrollo de los diferentes balances de materia y energía.

1.2.1.1.3. Diagramas de flujo de proceso.

Este diagrama aparece una vez que se ha especificado el proceso con el cual se va a trabajar. En él se debe de mostrar cual es la secuencia básica de los diferentes pasos que forman el proceso, por

medio de líneas con terminación en flecha, las cuales indican cual es la dirección en la que se ha de llevar el flujo del proceso, dichas líneas han de destacarse por lo que se deben dibujar más gruesas.

En este tipo de diagramas, es conveniente utilizar una simbología estándar y adecuada para los diferentes equipos que se encuentran involucrados dentro del proceso, por lo general existen dibujos estándares para los equipos, sólo es cuestión de revisar la diferente bibliografía para encontrar cuales son.

Ahora bien, la principal información que contienen estos diagramas, es la siguiente:

- *Esquema del flujo de proceso*
- *Líneas de proceso e instrumentación básica de control principal.*
- *Temperaturas y presiones de operación.*
- *Características principales de los equipos de proceso*

Finalmente, cuando llegan a un acuerdo, todas las partes que intervienen dentro de la elaboración del diagrama de flujo de proceso, entonces es que se dan a conocer cuales son los balances de Masa y Energía.

Dado que este diagrama es utilizado en todas las fases del diseño de una planta, se hace primordial y necesario, que sea elaborado con la mayor claridad y exactitud posible.

1.2.1.2. BALANCES DE MASA Y ENERGIA

Principalmente el ingeniero químico es quien utiliza este diagrama para la solución de los problemas referentes al diseño y operación de la planta, así como para el balance económico y financiero.

Para elaborar este dibujo se toma como base el diagrama de flujo de proceso. En el balance de masa y energía se muestran las principales condiciones de las líneas de flujo y las operaciones del proceso.

Las líneas de proceso se numeran y se marcan las principales características del flujo, consideradas como necesarias para poder efectuar el balance de Masa y Energía de cada equipo.

Los datos principales del balance de masa y energía que se muestran en forma de tabla son: temperatura, presión, composición, densidad, viscosidad, fase en que se encuentra el fluido, flujo a manejar, etc. Todos estos datos deben indicarse en unidades congruentes. También se marcan los datos básicos de diseño de los diferentes equipos que se encuentran involucrados en el proceso, así como los requerimientos especiales de algunos equipos.

Estos diagramas se deben preparar con la mayor claridad posible, ya que son utilizados para las operaciones en que intervienen las diferentes especialidades.

Por otra parte, es común el encontrar que dentro del diagrama de flujo de proceso se encuentra el balance de masa y energía, esto se hace, cuando es posible que por cantidad de equipo involucrado dentro del proceso y número de corrientes, no sean tantos, que lleguen a confundir a quien lo revisa.

1.2.1.3. REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS AUXILIARES.

El diagrama de flujo de proceso y el balance de masa y energía, nos dan a conocer cuales son los requerimientos de servicios auxiliares de la planta. Por tal motivo, durante el diseño básico se debe preparar una lista de servicios auxiliares, considerando que éstos van a ser utilizados todo el tiempo que la planta esté operando.

Algunos de los servicios auxiliares más relevantes, que frecuentemente son requeridos dentro de una planta son los siguientes:

1. Agua de enfriamiento, de lavado o servicio, de contraincendio.
2. Aire de instrumentos y aire de planta.
3. Aceite de lubricación y sellos
4. Combustibles
5. Condensado
6. Drenajes
7. Desfogue
8. Energía eléctrica
9. Hidrógeno
10. Nitrógeno
11. Refrigeración
12. Tratamiento de efluentes
13. Vapor

1.2.1.4. PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO.

Después de que se ha elaborado el diagrama de flujo de proceso y antes de iniciar el diseño detallado de tuberías, ductos, estructuras e instalaciones eléctricas, se planea la distribución que deben de llevar los equipos de proceso y de servicios auxiliares.

La elaboración de este plano está encaminado a la obtención de las mejores condiciones de operación, adecuadas condiciones de seguridad para la vida humana, reducción de costos de construcción, así como reducción en costos de mantenimiento.

El plano de localización general de equipo, es un documento considerado como crítico en el diseño y construcción de una planta. Es un plano de tipo unitario de vista superior o vista de planta a escala, en el cual se muestra la localización y distribución de todos y cada uno de los equipos, indicando las coordenadas donde se ubicarán en el área asignada para la construcción de la planta dentro del complejo químico, petroquímico o de refinación; el cual posteriormente puede ser integrado a un plano de localización general.

En el mismo, se representan los edificios, áreas funcionales, caminos, vías de ferrocarril, sistemas de acceso a la planta, estructuras adyacentes, áreas verdes, estacionamientos, áreas de almacenamiento, administración, etcétera. Existiendo básicamente dos métodos a seguir para distribuir el equipo, siendo estos los siguientes:

1.2.1.4.1 Agrupamiento "Layout"

1.2.1.4.1.1. De acuerdo a la línea de flujo de proceso.

Es en el que, donde los equipos (torres, bombas, intercambiadores, etcétera), son arreglados en el plano de acuerdo a como aparecen en el flujo de proceso.

La localización se realiza considerando el lugar de entrada de materia prima y salida de producto, teniéndose como columna vertebral de la planta, la soportería de tubería baja o elevada (racks), distribuyendo a uno y otro lado del camino los equipos con el fin de evitar hasta donde sea posible una mayor longitud de cabezales y retornos innecesarios. Por otra parte, se toman en cuenta algunas consideraciones generales para elaborar este plano, las cuales son: .

1.2.1.4.1.2. Rutas de tubería.

Es el diagrama de distribución de tubería por medio del cual se relacionan de forma lineal los equipos de proceso, formando así lo que se conoce como "cama de tuberías" que ayudan a identificar y anular las rutas largas y retornos innecesarios.

1.2.1.4.2. Hidráulicas.

Dentro de las consideraciones hidráulicas algunas de carácter práctico que deben de tomarse en cuenta son las siguientes:

La colocación de las bombas se debe realizar lo más cercano posible al punto de succión.

Los tanques de succión de compresores deben estar cerca de ellos.

Los recolectores, condensadores y rehervidores deben de estar cerca de las torres.

1.2.1.4.3. *Esfuerzos.*

La temperatura de operación se debe tomar en cuenta, pues se deben considerar espacios para curvas de expansión y claros los cuales darán paso a tuberías de gran diámetro y espesores de aislamiento grandes.

1.2.1.4.4. *Meteorológicas.*

Conocer la dirección de vientos dominantes y reinantes es favorable, para localizar equipos que trabajan con hidrocarburos altamente inflamables, casa de compresores, calentadores, evaporadores, y generadores de vapor de agua, que trabajan a fuego directo, así como subestaciones de energía eléctrica, considerando además la posición y características de las plantas contiguas, (si es que las hay)

1.2.1.4.5. *Seguridad.*

Los equipos que trabajen a fuego directo deben localizarse en la periferia de la planta, opuestos a la dirección de los vientos, y a los equipos que operan con hidrocarburos altamente inflamables.

Además se deben ubicar conservando entre sí una separación practica, en cuanto a operación y mantenimiento se refiere, conservando la distancia mínima que por seguridad se recomienda.

Por otra parte se deben de tomar en cuenta las condiciones de operación, mantenimiento y construcción, como son: caminos de acceso, pasillos a nivel de piso, plataformas para operación de accesorios, ajuste de instrumentos, espacio para remover fluxes de equipo de transmisión de calor, y operar y dar mantenimiento a bombas, turbinas, compresores, turbo expansores, generadores, grúas viajeras en casa de compresores, trenes de cambiadores de calor y equipo que requiera plataformas para operación y mantenimiento en general.

1.2.1.5. DIAGRAMAS DE TUBERIA E INSTRUMENTACION.

Se acostumbra denominar a este tipo de diagramas con la nomenclatura de DTI's o P&I.

Los DTI's son la representación gráfica de todos los datos necesarios para el desarrollo de la ingeniería de diseño de una planta. Dentro de los diagramas de tubería e instrumentación, se utiliza información aún más detallada que dentro de los diagramas de flujo de proceso, ya que en ellos se muestra toda la instrumentación necesaria que requiere un equipo o línea para tener un buen control de la operación y/o el equipo.

A continuación se indican los principales puntos a considerar dentro de los DTI's, cuando se dibujan o elaboran.

- ◆ Distribuir los equipos convenientemente.
- ◆ Tratar de dejar espacios de 5 cm. tanto en la parte superior como inferior del área de dibujo.

- ♦ El sentido de flujo será de izquierda a derecha. (Siempre y cuando esto sea posible).
- ♦ Línea de equipos delgada, además de mostrar las características principales de los equipos, (boquillas, juntas de expansión, serpentines, etc.).
- ♦ Mostrar todo el equipo misceláneo.
- ♦ Considerar simbología de equipos de acuerdo a estándares. (Ver anexo C)
- ♦ La separación entre línea debe ser como mínimo de 1 cm., pero se puede considerar una distancia menor en función de la densidad del dibujo.
- ♦ La simbología de línea, debe ser de acuerdo al servicio que se quiere representar. (Ver anexo C).
- ♦ Mostrar todos los accesorios de las líneas en las interconexiones, (válvulas, cambios de diámetro, derivaciones, manómetros, termómetros, etc.)
- ♦ Los cambios de dirección se dibujan en línea recta.
- ♦ Los cruces de línea se realizan cortando la línea vertical, (no siempre se puede realizar esto).
- ♦ Mostrar el sentido del flujo con flechas.
- ♦ En cambios de diámetro, indicar el tamaño de la reducción.
- ♦ No mostrar trampas de vapor en cabezales.
- ♦ Líneas de proceso que continúan o vienen de otro diagrama se indican horizontalmente, en las flechas de continuación se indica el "Tag" (etiqueta o nombre) del equipo o línea y coordenada en que se ubica la flecha a la que se unirá en el otro dibujo.
- ♦ Lo mismo sucede con las líneas de servicios, solo que aquí la flecha se indicara en forma vertical.
- ♦ El Tag de los instrumentos se indica con un círculo de 1 cm. de diámetro.
- ♦ Los cambios de especificación se indican con una línea perpendicular, en forma de "Y", *indicando a cada extremo la especificación que aplicará.*
- ♦ Indicar correctamente los símbolos de válvulas manuales. (Ver anexo C)
- ♦ No codificar las válvulas manuales, indicar su diámetro si éste es diferente al de la línea.
- ♦ Numerar las líneas de acuerdo al diámetro, servicio, número de dibujo y especificación.
- ♦ **Mostrar la información de los equipos, por lo general la información de las bombas se indica en la parte inferior y el resto de los equipos en la parte superior, (cambiadores, recipientes, torres, compresores, etc.). Considerando como información mínima a indicar, la siguiente:**

- Número de equipo.
 - Nombre del equipo.
 - Flujo.
 - Potencia.
 - Caída de presión.
 - Dimensiones generales.
 - Capacidad.
 - Material de construcción.
- ◆ Los pendientes se muestran encerrándolos ya sea dentro de líneas punteadas o "nubes".
 - ◆ Indicar notas generales en el extremo superior derecho del DTI, así como los cambios realizados en las revisiones subsecuentes, de preferencia también tratar de indicarlos abajo de las notas.
 - ◆ Válvulas de seguridad, considerando: tamaño, área de orificio y presión de ajuste.
 - ◆ Especificación de las líneas que requieren aislamiento.

Cabe hacer la aclaración, de que se han de hacer tantos DTI's para un proceso, de acuerdo a cuan complicado éste sea, es decir, el número de DTI's estará en función de la información y control que se desee tener para el proceso; además de los que se requieran para los servicios auxiliares.

Los documentos principales que se utilizan en la preparación de los diagramas de tubería e instrumentación son: los diagramas de flujo de proceso, los balances de masa y energía y hojas de datos de equipo. Por lo cual, estos diagramas y especificaciones proporcionan la suficiente información hacia otras disciplinas sobre los requerimientos de accesorios que deben tener los equipos. por ejemplo, establecer que bombas deben tener repuestos, información sobre partes internas de los recipientes principales, cuantas válvulas de seguridad se deben instalar, cuantas válvulas de control, cuantas válvulas de operación manual, etc.

Por otro lado, las unidades de proceso que son conocidas como "paquete"; tales como: calderas, compresores, cambiadores de calor, dosificadores de químicos, etc. no se pueden incluir con detalle, hasta que no sea seleccionado un proveedor y se tenga un compromiso con él de adquirir su producto o "paquete".

Por tanto, la información básica sobre la instrumentación, se transfiere de los datos obtenidos de los diagramas de tubería e instrumentación hacia hojas de especificación de instrumentos, es por lo cual, que el diagrama de tubería e instrumentación es revisado en el Departamento de instrumentación, aquí el ingeniero instrumentista comprueba cada instrumento para asegurarse de que éste operará eficientemente, además de que verifica cada sistema para poder mantener las condiciones adecuadas de operación y seguridad.

En general, los DTI's forman la principal fuente de información para los diferentes grupos de diseño, por lo que en el desarrollo de los mismos se deben tener presentes las líneas y equipos auxiliares para el vaciado de equipos en los paros para el mantenimiento de la planta, además de tomar en cuenta las operaciones de emergencia.

1.2.1.6. HOJAS DE DATOS DE EQUIPOS.

El desarrollo de ingeniería de proceso, de una planta, es la información que resulta del trabajo efectuado por un grupo de ingenieros, esta información se debe transmitir a otros grupos de trabajo. Por lo que, para dar a conocer esta información es que se usan las hojas de datos de equipos.

Al recurrir a éstas hojas de datos de equipo, el usuario debe verificar que las mismas, tengan la última revisión que editó el departamento que la origina, por lo que de lo contrario, no sabrán si los datos que en ella se encuentran son los reales, dado que a medida que avanza el diseño de la planta, puede ser necesario modificar algún equipo por razones de proceso, del fabricante o por el mismo diseño de la planta.

En algunos equipos como son las bombas y cambiadores de calor, la firma de Ingeniería proporciona solamente capacidades, condiciones de operación, calor intercambiado y códigos que deberán considerarse; finalmente el fabricante proporciona los dibujos e información final de las dimensiones y características del equipo, comprometiéndose con el cliente a que su equipo cumple con lo señalado.

Los equipos en donde existe transferencia de masa como son las torres fraccionadoras, el Ingeniero de Proceso es quien indica al fabricante y entrega al mismo la información necesaria para la manufactura de dicho equipo, siguiendo el mismo procedimiento para los recipientes.

La información que contienen las hojas de datos, basadas en los balances de masa y energía y en los cálculos de equipos realizados por el departamento correspondiente, entre otra es:

♦ Datos generales:

- No. de contrato.
- Nombre del Proyecto.
- Localización.
- Clave del equipo.
- Servicio.
- Revisión.
- Nombre y Fecha.
- No. de Unidades.
- Cliente.

- ◆ Condiciones de Operación.
 - Presión.
 - Temperatura.
 - Aislamiento.
- ◆ Construcción y Materiales.
- ◆ Datos finales del fabricante.

Además de otros parámetros de diseño aplicables a cada equipo. En éstas también se especifican las conexiones necesarias de tuberías e instrumentación; así como el grado de corrosión de los materiales de construcción. (Ver anexo D)

La información plasmada en la hoja de datos de equipos, debe ser suficientemente completa y comprensible para poder iniciar la preparación de los dibujos de diseño de los diferentes equipos, como son: recipientes a presión, intercambiadores de calor, tanques de almacenamiento, así como las especificaciones mecánicas de los equipos, especificaciones mecánicas de los impulsores de bombas o compresores, según se soliciten.

1.2.1.7. ESPECIFICACION DE TUBERIAS E INSTRUMENTOS.

La especificación de tuberías es establecida por el Departamento de Sistemas, y esta es plasmada dentro de los DTI's. Aquí se definen los materiales de acuerdo a los servicios que se van a manejar durante el proceso, la temperatura y presión de trabajo permisible, y los servicios para la cual se estableció una especificación particular. Posteriormente, en el Departamento de tuberías, donde se encuentran ingenieros y diseñadores con muchos años de experiencia, revisan la especificación y emiten sus comentarios. En todas las especificaciones de tuberías elaboradas, las principales variables que se toman en cuenta son el producto a manejar, el grado de corrosión, la presión y la temperatura. Las tablas de especificación de tuberías que actualmente son utilizadas en México, generalmente están elaboradas en base códigos y estándares que a publicado la ASME.

Conforme a esto, las tablas de especificaciones de tuberías son utilizadas por:

1.2.1.7.1. El ingeniero de proceso:

Para que cada línea dibujada en el DTI, sea marcada para mostrar la dirección del flujo, el número de línea, la tabla de especificación, el tamaño de línea y los requerimientos de aislamiento, si éste es necesario. Además, a partir de la especificación de tuberías, se construye la lista de líneas, la cual permite conocer de inmediato la relación que existe entre dos o más tuberías.

1.2.1.7.2. El Ingeniero y diseñador de tuberías:

A éste le sirven para conocer las dimensiones permisibles en el arreglo de planta, para cuantificar tamaños de tuberías y cantidad de aislamiento además de ordenar el material.

1.2.1.7.3. El departamento de análisis de esfuerzos:

Para llevar a cabo los estudios de esfuerzo en tuberías causados por temperatura, presión o pesos propios.

1.2.1.7.4. El departamento de control de calidad:

Para establecer las condiciones de prueba a las que se someterá la tubería.

1.2.1.7.5. El fabricante:

Para seleccionar su propio Material.

Una vez efectuado el diseño del proceso, se debe determinar toda la instrumentación, incluyendo controladores, registradores, indicadores y circuitos de protección, lográndose esto con los intercambios técnicos del ingeniero de proceso, el ingeniero de sistemas y el ingeniero instrumentista; los cuales aportaran cada uno ideas referente a como establecer el mejor control del proceso. Determinados los puntos críticos del control de las diferentes variables, tanto el ingeniero de sistemas, como el ingeniero instrumentista pueden establecer cuales deberán ser controladas o sólo medidas, pudiéndose de esta manera determinar los alcances del proyecto.

A partir de las especificaciones de tuberías, se construye un documento conocido como "Lista de Líneas".

1.2.1.7.6. Lista de Líneas.

La lista de líneas permite conocer de inmediato la relación que existe entre dos o más tuberías. Cada línea que representa una tubería, es marcada para mostrar la dirección del flujo, el número de línea, la tabla de especificación, el diámetro de la línea, servicio.

Por lo general una lista de líneas contiene la siguiente información:

- ◆ Codificación de tubería.
 - Diámetro nominal
 - Servicio.
 - Número.
 - Especificación de la tubería.

- ◆ Trayectoria de la línea.
 - Origen (desde)
 - Destino (hasta)
- ◆ Condiciones de operación.
 - Presión (de diseño, máxima de prueba, mínima de prueba)
 - Temperatura (de diseño y máxima)
 - Densidad del fluido.
- ◆ Medio de prueba.
- ◆ Tipo de Aislamiento.
 - Tipo.
 - Clave.
 - Espesor.
 - Clave del acabado.
- ◆ Información general.
 - Número de DTI.
 - Línea crítica.
 - Observaciones.

1.2.1.8. BASES DE DISEÑO.

Las Bases de Diseño, son el documento en el que se establecen todas las características técnicas que definen los objetivos de un Proyecto.

Este documento es elaborado a partir de las pláticas sostenidas entre el cliente y la firma de Ingeniería, que llevara a cabo el diseño del Proyecto y va dirigida a todas las especialidades que participarán dentro del mismo. Este documento es fundamental para poder tener un panorama global de lo que se requiere desarrollar y de como es que se va ha llevar a cabo.

Dicho documento es generado a partir de un cuestionario preparado por el Ingeniero de Proceso y el Ingeniero de Proyectos, en común acuerdo con los especialistas que tendrán que intervenir en el desarrollo del Proyecto.

Un cuestionario para elaboración de Bases de Diseño, deberá básicamente contener lo siguiente:

- ♦ Nombre de la Planta.
- ♦ Localización.
- ♦ Función de la planta.
- ♦ Tipo de Proceso.
- ♦ Capacidad, Rendimiento y Flexibilidad.
- ♦ Especificaciones de las Alimentaciones del Proceso.
- ♦ Condiciones de los Productos.
- ♦ Eliminaciones de Desechos.
- ♦ Instalaciones requeridas de Almacenamiento.
- ♦ Condiciones y especificaciones de los Servicios Auxiliares.
- ♦ Condiciones y especificaciones del sistema de Seguridad.
- ♦ Condiciones Climatológicas.
- ♦ Datos de Localización de la Planta.
- ♦ Bases de Diseño Eléctrico.
- ♦ Bases de Diseño para Tubería.
- ♦ Bases de Diseño Civil.
- ♦ Bases de Diseño para Instrumentación.
- ♦ Bases de Diseño de Equipo.
- ♦ Normas, Códigos y Especificaciones.

Como se ve, este cuestionario dará origen a las Bases de Diseño, en ellas se establecen los parámetros para cada uno de los Departamentos Funcionales, iniciando con lo que corresponde a Proceso, que indicara especificaciones y condiciones de las Alimentaciones, las cuales darán los lineamientos técnicos durante el desarrollo del proyecto y posteriormente en su etapa constructiva.

1.2.1.9. FILOSOFIA DE OPERACION.

Los ingenieros de proceso e instrumentación, elaboran un documento en donde se presenta la "Filosofía Básica de Operación de la Planta" como parte de la ingeniería básica de un proyecto, esta información posteriormente se incorpora al manual de diseño.

1.2.1.9.4. Operaciones especiales.

Generalmente este tipo de operaciones suelen presentarse cuando un sistema, sección o equipo efectúan operaciones intermitentes o cíclicas y que frecuentemente no se presentan en los diagramas de flujo de proceso.

En estos casos se tienen por ejemplo a los sistemas de inyección de inhibidores de corrosión, los agentes antiespumantes de reactivos, agentes químicos, inyección de inertes, entre otros. Por lo cual, en esta parte de la ingeniería básica se deben describir las condiciones de operación de los sistemas especiales, detallando todas las variables involucradas, tales como: flujo, presión, temperatura, pH, densidad, fase en que se encuentran, etc. Además, se debe describir el control requerido para mantener estas variables en condiciones de utilizarse cuando se requirieran.

1.3. INGENIERIA DE PROCESOS.

Por otra parte y de acuerdo a los puntos anteriores, en las cuales se definieron los aspectos involucrados en la Ingeniería Básica y para el mejor entendimiento de cuales son los rubros en los que interviene el Ingeniero de Procesos, (en función del enfoque de este trabajo), a continuación se indican: Objetivos, lineamientos y funciones de la Ingeniería de Proceso.

1. Objetivos:

- a) Proporcionar a la industria del Petróleo, Petroquímica, Química e Industria en general; los servicios de Ingeniería de Proceso que requieran para la ampliación, optimización, modificación y/o modernización de los procesos existentes, o para la instalación de nuevos procesos. Así como asimilar, desarrollar y adaptar tecnologías de procesos y equipos que permitan incrementar los servicios ofrecidos.
- b) Desarrollar y complementar con la máxima calidad, la ingeniería de proceso en lo referente a los planos de localización general de equipo, diagramas de tubería e instrumentación de proceso, de servicios auxiliares, y de sistemas de seguridad (desfogue), mostrando en cada uno de ellos los sistemas de control del proceso, tuberías y las válvulas de corte y seguridad necesarias que permitan una adecuada y segura operación de la instalación industrial, observando en cada momento las normas de ingeniería establecidas por el cliente y servir como enlace para proporcionar la información necesaria a los responsables de la elaboración de la ingeniería de detalle de los proyectos.

1.3.1 Lineamientos.

- Proporcionar la identificación del personal con los objetivos de la Compañía y los particulares del Departamento, para sentirse partícipes de los logros que se alcancen durante su desarrollo profesional.
- Proporcionar que el desarrollo de las actividades de ingeniería básica y de detalle en que se participe, se realice en forma eficiente, buscando una mejora continua en los niveles de calidad y productividad para asegurarse una posición competitiva en los mercados nacional e internacional de ingeniería.

- Conocer y definir claramente los alcances y necesidades del cliente, para atender con eficacia y oportunidad sus requerimientos
- Asegurar el desempeño ético de los integrantes de todos los grupos de trabajo.
- Fomentar el desarrollo de procesos mecanizados de herramientas de cálculo y de tecnologías de diseño y procesos.
- Procurar que en la ejecución de los trabajos se apliquen las mejores tecnologías a través de procesos de adaptación, innovación y desarrollo tecnológico.
- Promover la participación del personal en la identificación de soluciones a problemas y mejoras en los trabajos que se desarrollan, infundiéndole una actitud crítica y positiva.
- Procurar que se otorguen al personal los implementos de trabajo necesarios y las condiciones adecuadas para el desarrollo de sus actividades, incluyendo equipo y programas de cómputo, Normas, Códigos y Estándares Nacionales e Internacionales que apliquen.
- Fomentar la adquisición de membrecías de instituciones internacionales cuya actividad sea compatible con las desarrolladas en este Departamento.
- Mantener una capacitación y actualización profesional del personal a través de programas de cursos internos y con su asistencia a eventos nacionales e internacionales relevantes para la especialidad.
- Asegurar la documentación de los desarrollos tecnológicos, de los procedimientos de trabajo y de la metodología de cálculo y diseño.
- Proporcionar los estímulos de reconocimiento al personal que de una manera sobresaliente desarrolle sus trabajos y promover el desarrollo de mecanismos que permitan la autorrealización personal.
- Promover la búsqueda de nuevos mercados para los servicios que se ofrecen y difundir las capacidades que se tienen a nivel nacional e internacional.
- Mantener un contacto estrecho con proveedores para incorporar las innovaciones tecnológicas en equipo, materiales e instrumentos para los proyectos que se desarrollen en la firma.

1.3.2. Funciones

- Administrar los recursos humanos y materiales del Departamento, para la oportuna atención de los servicios contratados con el cliente, ya sea a través de los proyectos de participación multidisciplinaria o de trabajos específicos adjudicados al Departamento.
- Definir y/o elaborar las Bases de Diseño.
- Establecer los criterios de diseño de la Planta y de los equipos de proceso.

- Analizar y seleccionar alternativas de proceso para definir el esquema de procesamiento que satisfaga los requerimientos establecidos en las Bases de Diseño.
- Efectuar los balances de masa y energía, además de estimar las propiedades físicas y termofísicas de las corrientes de proceso.
- Elaboración de los diagramas de flujo de proceso.
- Realizar los cálculos necesarios para dimensionar o especificar el equipo de proceso, seleccionando sus materiales de construcción, definiendo sus internos y características requeridas de acuerdo a su servicio.
- Elaboración de las Hojas de Datos.
- Determinación del consumo de servicios auxiliares.
- Analizar el proceso bajo condiciones especiales de operación, de arranque y paro, para definir y preparar las Filosofías Básicas de Operación.
- Simular los procesos para verificar su comportamiento, para establecer las condiciones operativas de los equipos.
- Diseñar y elaborar los planos de localización general de equipo, considerando áreas de proceso, de servicios auxiliares, de almacenamiento y edificios, prevaleciendo en cada momento los aspectos de seguridad, economía y mantenimiento en la disposición del equipo.
- Preparar los diagramas de flujo de proceso y servicios auxiliares, diagramas de tubería e instrumentación de proceso y servicios auxiliares, incluyendo el dimensionamiento de tuberías, de válvulas de control y seguridad, así como las especificaciones de líneas y diseño de los dispositivos de seguridad, con la simbología establecida por la normatividad vigente en cada proyecto.
- Preparar el diagrama de desfogue implementándolo con el dimensionamiento de cabezales, subcabezales y válvulas de seguridad en base al análisis de riesgos para reducción de masas a relevar.
- Especificar y seleccionar las válvulas de seguridad.
- Diseñar y especificar los quemadores elevados y de fosa.
- Elaborar el índice de servicios, la lista de líneas y la especificación de aislantes.
- Establecer las dimensiones de los tanques de desfogue de aceite de sello y separadores de gas combustible en áreas de servicios auxiliares.
- Elaborar las hojas de datos de bombas, mezcladores en línea, válvulas de control, discos de ruptura, trampas de vapor, etc.

- Efectuar la revisión hidráulica de sistemas de tuberías, considerando circuitos de proceso, servicios auxiliares y desfuegos, tanto para unidades en operación, como en diseño.
- Elaborar la solicitud de cotización, efectuar evaluaciones técnicas de cotizaciones y revisar dibujos de fabricante para la adquisición de válvulas de seguridad y quemadores de campo.
- Participar en la rehabilitación y ampliación de plantas en operación en función de la hidráulica del proceso.
- Participar en auditorías técnicas de plantas en operación.
- Elaborar procedimientos de trabajo, instructivos y manuales de diseño, considerando los últimos desarrollos alcanzados en la materia.
- Participar en el desarrollo de los estudios de análisis de riesgos para los proyectos que se requieran.
- Impartir cursos relacionados con actividades del Departamento (Flujo de Fluidos, Sistemas de Seguridad, etc.).

Todo lo indicado anteriormente se observa con una mayor claridad dentro de las figuras 1.6 y 1.7.

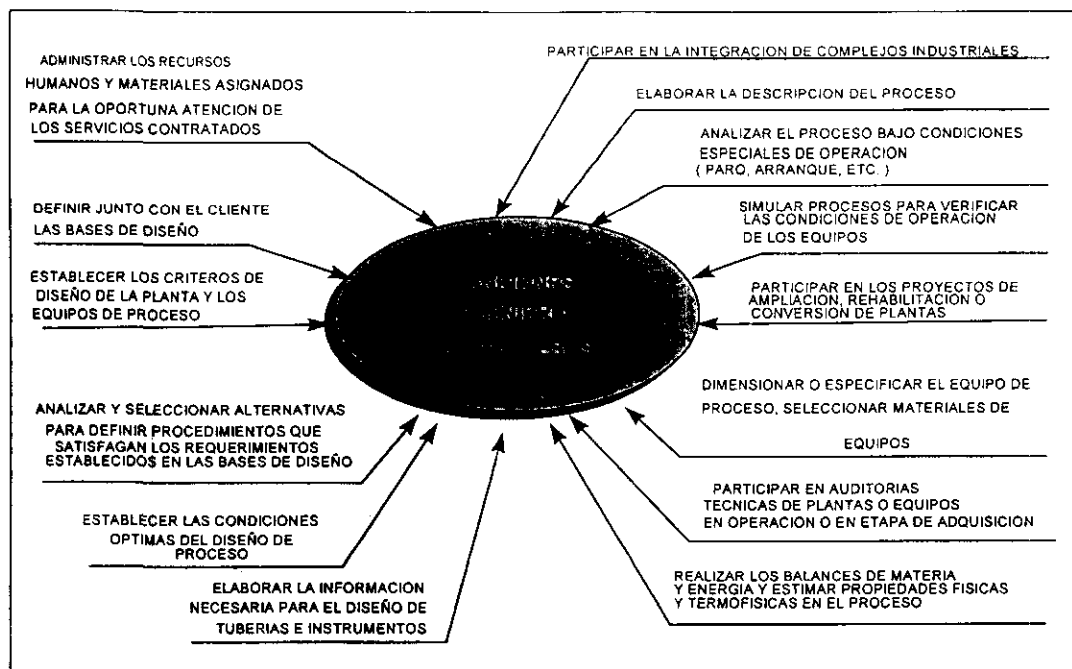


FIGURA 1.6

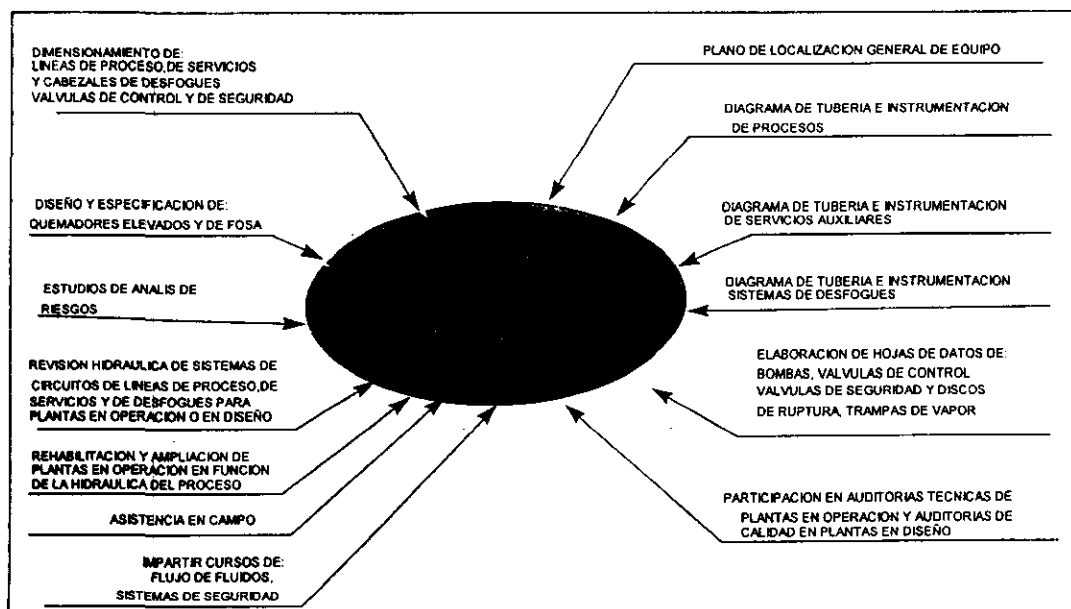


FIGURA 1.7

1.4. AMONIACO (Aspectos generales).

El amoniaco fue preparado por primera vez por los sacerdotes de Ammón, en Egipto, en el siglo IV antes de Cristo (de ahí el nombre). El amoniaco se forma de manera natural, por la descomposición de materias orgánicas. Por otro lado, Industrialmente se prepara por el procedimiento Haber, combinación de Hidrogeno y Nitrógeno a alta presión y 500 ° C con un catalizador de hierro.

1.4.1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Sinónimos/Nombres Comunes:	Amoniaco Anhidro; Amoniaco; NH_3
Familia Química/Tipo:	Hidruro (Gas Alcalino), Base Inorgánica
Nombre Propio Para El Transporte:	Amoniaco Anhidro Lucado
Descripción Adicional Requerida:	Peligro Por Inhalación
Evaluación de la NFPA:	Salud - 3; Fuego - 1; Reactividad - 0 0=Insignificante 1=Ligero 2=Moderado 3=Elevado 4=Extremo

1.4.2. PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Estado Físico:	Gas Comprimido	pH:	13+
Punto de ebullición:	-33.4° C; -28.1°F	Punto de solidificación:	-77.7° C; -107.9°F
Apariencia/Color/Olor:	Gas ó líquido incoloro de olor extremadamente acre		
Solubilidad en el agua:	100%	Presión de vapor (mm Hg):	2327 a 0° C; 32°F
Gravedad específica (Agua=1):	0.68 a -33.4° C; -28°F	Peso molecular:	17.03
Densidad (Aire=1):	0.6 (gas), >1 (aerosol)	% Volatilidad (en volumen):	100%

1.4.3. FUEGO Y EXPLOSION

Peligros excepcionales de fuego y de explosión:

El Amoniaco tiene una temperatura de autoignición de 651°C; 1204°F. Con lo que una mezcla de amoniaco en aire desde un 16% hasta un 25% puede producir una explosión en caso de exposición al fuego. Mantenga el recipiente fresco para evitar la explosión o el escape de gas. Se puede incrementar el peligro de incendio con la presencia de aceite o de otros materiales inflamables.

Métodos de extinción:

Riego de agua o niebla de agua, dióxido de carbono, espuma polar o espuma de alcohol, productos químicos secos. Use Dióxido de carbono, pues éste toma el lugar de oxígeno. Tenga precaución al aplicar dióxido de carbono en lugares encerrados.

1.4.4. REACTIVIDAD

Estabilidad:	Estable
Polimerización peligrosa:	No se produce
Situaciones a evitar:	Calor, llamas de fuego
Materiales a evitar:	Contacto con gases oxidantes, cloro, bromo, hipoclorito de yodo mineral, halógenos, calcio y ácidos fuertes. Contacto con cobre, plata, zinc y aleaciones de los mismos. Mercurio, óxido de plata y compuestos explosivos enlatados.
Productos de descomposición peligrosos:	Se generan óxidos de nitrógeno por combustión. Temperaturas extremas pueden causar que el gas produzca hidrógeno y nitrógeno, particularmente cuando están en contacto con metales.

1.4.5. PELIGROS PARA LA SALUD

Ingestión:

Este material es gaseoso en condiciones atmosféricas normales siendo poco probable su ingestión. La ingestión de amoníaco líquido puede resultar en una grave irritación o ulceración de la boca, garganta o aparato digestivo que se manifiesta en forma de náusea, vómito, diarrea y que, en casos extremos, puede llegar a producir desmayo, conmoción y muerte.

Inhalación:

A concentraciones de aproximadamente 100 ppm, se aprecia una irritación de las membranas mucosas de la nariz, garganta y pulmones. A concentraciones superiores a los 400 ppm se produce una irritación de garganta, llegando a destruir la superficie de las mucosas en caso de contacto prolongado. A concentraciones aún superiores se puede producir edema pulmonar. Si se respira aire cuyo contenido en amoníaco sea superior a los 5000 ppm se puede producir la muerte inmediata por espasmo o inflamación de la laringe.

Piel:

El contacto directo del amoníaco líquido con la piel produce quemaduras. El amoníaco gaseoso puede producir irritación de la piel, sobre todo si la piel se encuentra húmeda. El líquido puede llegar a dañar la piel como resultado de la acción combinada de congelación e irritación sobre la piel. Se

pueden llegar a producir quemaduras y ampollas en la piel al cabo de unos pocos segundos de exposición con concentraciones atmosféricas superiores a los 300 ppm.

Ojos:

La exposición de los ojos a elevadas concentraciones de gas provoca la ceguera transitoria además de serios trastornos oculares. El contacto directo de los ojos con el amoníaco líquido provoca graves quemaduras del ojo.

Síntomas y consecuencias de una exposición excesiva:

Sensación de ardor en los ojos, conjuntivitis, irritación de la piel, párpados y labios hinchados, boca y lengua rojizas y secas, síntomas de congestión pulmonar y en casos extremos, muerte por fallo respiratorio debido a edema pulmonar. Irritación y ardor las membranas mucosas, dolor de cabeza, salivación, náusea y vómito. Dificultad para respirar; tos con emisión de sangre y de mucosa. Bronquitis, laringitis, hemotisis y edema pulmonar o neumonitis. Ulceración de la conjuntiva y de la córnea y opacidad de la córnea y del globo ocular. Los daños producidos en los ojos pueden llegar a ser permanentes.

1.4.6. PRECAUCIONES EN EL USO Y MANEJO DEL MATERIAL

Procedimiento que se debe seguir en caso de escape o vertido de material:

El área afectada por el escape de gas debe ser evacuado por los menos 150 pies (46 metros) en cada dirección. En caso de derrame grande evacue el área a 300 pies (92 metros) en cada dirección y por 0.4 millas (0.8 Km) a 0.8 millas (1 Km) en contra de la dirección del aire. El área debe ser aislada hasta que todo el gas sea dispersado. Aunque el amoníaco es un gas más ligero que aire puede adherirse a la tierra por largas distancias. Puede incendiarse. Elimine toda fuente de llama. No eche agua al tanque vertido. Detenga el escape de gas o de líquido. Utilice ropa protectora frente a productos químicos y equipos de respiración con suministro de aire incluido (SCBA). Proteja a las personas que efectúen el cierre con agua. Acérquese al fuego en la dirección del viento. Facilite el desagüe del líquido vertido para que no se extienda. Proceda a la evacuación inmediata de la zona. Elimine toda fuente de llama alrededor del vertido o del escape de vapor.

1.5. LPG (Aspectos generales).

El LPG es un combustible cuya composición química, predominan los hidrocarburos propano y butano o sus mezclas y que contienen propileno o butileno o mezclas de estos como impurezas principales. En 1910 dados los problemas que se tuvo para conservar la gasolina por la rápida evaporación de esta, se busco el problema, y los causantes fueron los gases butano y propano los que propiciaban esta evaporación, hacia 1911 el Dr. Snell, identifico estos gases (Butano y Propano), encontró el método para separarlos, y por esta razón se le considera el padre del LPG.

1.5.1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Sinónimos/Nombres Comunes:	Gas Licuado de Petróleo, Gas L.P.
Familia Química/Tipo:	Hidrocarburo (Gas), Base Orgánica
Nombre Propio Para El Transporte:	LPG
Descripción Adicional Requerida:	Peligro por Inhalación, altamente flamable
Evaluación de la NFPA:	Salud - 3; Fuego - 3; Reactividad - 0 0=Insignificante 1=Ligero 2=Moderado 3=Elevado 4=Extremo

1.5.2. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Estado Físico:	Gas Comprimido		
Punto de ebullición:	-46.7° C; -26.46°F	Punto de solidificación:	-187.1° C; -304.78°F
Apariencia/Color/Olor:	Gas ó líquido incoloro, inodoro		
Solubilidad en el agua:	6.5 cm ³	Presión de vapor (mm Hg):	5.6 X 10 ⁻⁴ a 0° C; 32°F
Gravedad específica (Agua=1):	1.468 a -46.7° C; -52.06°F	Peso molecular:	44.1
Densidad (Aire=1):	1.37 (gas)	% Volatilidad (en volumen):	100%

1.5.3. FUEGO Y EXPLOSION

Peligros excepcionales de fuego y de explosión:

Una mezcla de LPG en aire desde un 5% hasta un 12% puede producir una explosión en caso de exposición al fuego. Se incrementa el peligro de incendio con la presencia de materiales inflamables y/o equipos que generen combustión.

Métodos de extinción:

Riego de agua o niebla de agua, dióxido de carbono, espuma de alcohol, productos químicos secos. Usar dióxido de carbono, pues éste toma el lugar de oxígeno. Tener precaución al aplicar dióxido de carbono en lugares encerrados.

1.5.4. REACTIVIDAD

Estabilidad:	Estable
Situaciones a evitar:	Calor, llamas de fuego
Materiales a evitar:	Compuestos explosivos.
Productos de descomposición peligrosos:	Se genera bióxido de carbono por combustión. Una mala combustión genera monóxido de carbono.

1.5.5. PELIGROS PARA LA SALUD

Ingestión:

Este material es gaseoso en condiciones atmosféricas normales siendo poco probable su ingestión.

Inhalación:

A concentraciones de aproximadamente 250 ppm, se aprecia una irritación de las membranas mucosas de la nariz, garganta y pulmones. A concentraciones superiores a los 620 ppm se produce una irritación de garganta. Si se respira aire cuyo contenido en LPG sea superior a los 5000 ppm se puede producir desmayo o inflamación de la laringe.

Piel:

El contacto directo del LPG líquido con la piel produce quemaduras. El LPG gaseoso puede producir irritación de la piel, sobre todo si la piel se encuentra húmeda. El líquido puede llegar a dañar la piel como resultado de la acción combinada de congelación e irritación sobre la piel.

Ojos:

La exposición de los ojos a elevadas concentraciones de gas provoca trastornos oculares.

Síntomas y consecuencias de una exposición excesiva:

Sensación de ardor en los ojos, conjuntivitis, irritación de la piel, párpados y labios hinchados, boca y lengua secas, síntomas de congestión pulmonar, muerte por fallo respiratorio debido a edema pulmonar. Irritación y ardor las membranas mucosas, dolor de cabeza, náusea y vómito. Dificultad para respirar; tos con emisión de mucosa. Laringitis. Ulceración de la conjuntiva y de la córnea y opacidad de la córnea y del globo ocular.

1.5.6. PRECAUCIONES EN EL USO Y MANEJO DEL MATERIAL

Procedimiento que se debe seguir en caso de escape o vertido de material:

El LPG no tiene olor, pero como medida de seguridad se le agrega etil mercaptano para detectar su presencia, es muy flamable, a la menor chispa prende siendo más pesado que el aire. El área afectada por el escape de gas debe ser evacuado por los menos 100 metros en cada dirección. En caso de un problema mayor evacuar el área a no menos de 200 metros en cada dirección 1 Km en contra de la dirección del aire. El área debe ser aislada hasta que todo el gas sea dispersado. Elimine toda fuente de llama. Rocíe agua al tanque vertido. Detenga el escape de gas o de líquido. Utilice ropa protectora frente a productos químicos y equipos de respiración con suministro de aire incluido (SCBA). Proteja a las personas que efectúen el cierre con agua. Acérquese al fuego en la dirección del viento. Facilite el desagüe del líquido vertido para que no se extienda. Proceda a la evacuación inmediata de la zona. Elimine toda fuente de llama alrededor del vertido o del escape de vapor.

1.6. REFRIGERACIÓN.

El sistema de refrigeración usado en el ciclo de licuación de la mayoría de los gases criogénicos es esencialmente el mismo, por lo que resulta apropiado dar una pequeña introducción de como se lleva a cabo el proceso.

El proceso, requiere fundamentalmente de la expansión del gas frío por medio de una válvula de estrangulación, que produce una caída de presión con su correspondiente disminución de temperatura; siendo este un proceso de entalpía constante. Por lo que para el transporte del gas es necesario tener un equipo que impulse al mismo, en este caso un compresor. Finalmente a medida que pasa por la válvula de expansión, parte del gas se licúa y el líquido se transfiere a un separador, una columna de destilación o un tanque de almacenamiento.

1.6.1. Sistema de refrigeración en procesos a bajas temperaturas.

Todos los tipos de compresores pueden ser usados en los servicios de refrigeración. La teoría de refrigeración puede ser aplicada a cualquier compresor, pero la magnitud de la carga usualmente es considerada sólo en los compresores centrífugos.

Los efectos de refrigeración pueden ser logrados por cualquiera de los siguientes ciclos.

- a) Compresión de vapor (inverso del ciclo de Carnot.)
- b) Expansión (el inverso de Bayton.)
- c) Absorción.
- d) Steam-jet (compresión de vapor de agua.)

Los ciclos anteriores han sido utilizados con éxito en la industria, pero en la mayoría de las instalaciones se usa compresión de vapor (inverso del ciclo de Carnot).

1.6.1.1. Termodinámica de los ciclos.

Un ciclo de Carnot está compuesto o conformado de dos procesos isotérmicos y dos procesos isoentrópicos, como se observa en las figuras 1.8-a y 1.8-b, temperatura-entropía (T-S) y presión-entalpía (P-H). Aquí los procesos 1-2 representan una expansión o una reducción de presión. Los procesos 2-3 representan la eliminación del calor a temperatura constante; y la conclusión del ciclo está en el proceso 4-1 por la adición del calor a temperatura constante. Para realizar o llevar a cabo el ciclo de Carnot; es necesario tener un fluido ideal.

Es importante establecer que la transferencia de calor en el proceso real es esencialmente a presión constante y no a temperatura constante.

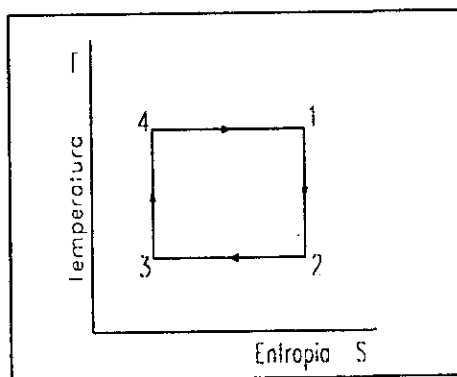
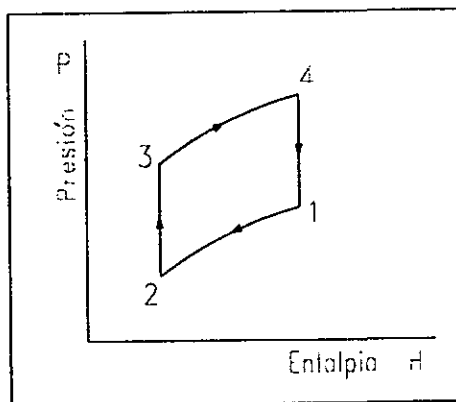


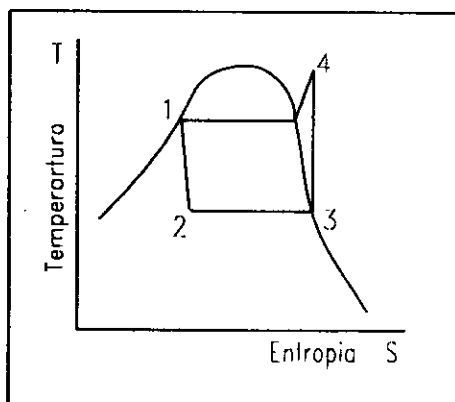
FIGURA 1.8-a



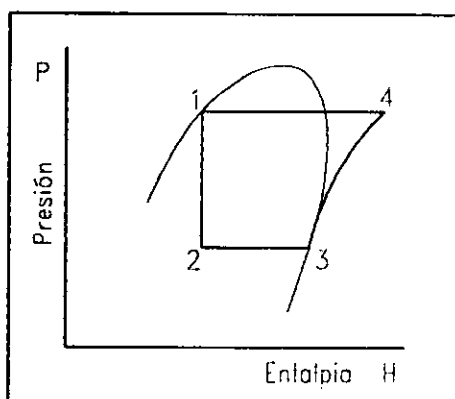
1.8-b

FIGURAS 1.8 a y b, Ciclo de Carnot

Una compresión de vapor o ciclo inverso de Carnot incluye los mismos procesos que ocurren durante la expansión de un fluido en el ciclo directo de Carnot pero en orden inverso. Este ciclo puede ser representado en los diagramas T-S y P-H, como se ve en las figuras 1.9-a y 1.9-b.



1.9-a



1.9-b

FIGURAS 1.9 a y b, Ciclo inverso de Carnot.

1.6.1.2. Ciclo de compresión de vapor.

Los procesos involucrados en este ciclo son los siguientes:

1.6.1.2.1. Proceso de expansión.

El proceso de expansión (1-2) de la figura 1.10-a, también puede ser referido a un proceso isoentálpico. El ciclo de refrigeración puede realizarse o completarse por el flasheo del líquido refrigerante a través de una válvula de expansión o control. El proceso se representa en un diagrama P-H, como se muestra en la figura 1.10-b.

El punto de partida de un ciclo de refrigeración es la disponibilidad del líquido refrigerante, el cual debe estar a su presión de saturación a una temperatura dada. Por lo tanto, el punto 1 se localiza en la curva del punto de burbuja y a su presión de saturación P_1 psia, con una entalpía h_{L1} , BTU/lb. En un proceso de expansión, la presión es reducida por flasheo del líquido a través de una válvula de control, hasta una presión P_2 psia. La reducción de presión, P_2 es una función de la temperatura de refrigeración deseada T_2 °F.

En la temperatura de refrigeración deseada que corresponde aquí a P_2 la entalpía del líquido saturado es h_{L2} . Mientras que la entalpía correspondiente al vapor saturado es H_{V2} . Como el proceso de expansión (1-2) ocurre a través de la válvula de control y no tiene intercambio de energía, la entalpía en la salida de la válvula es la misma que a la entrada de h_{L1} . Este proceso es representado en la figura 1.10b por una línea vertical entre los puntos 1 y 2.

Como el punto 2 se encuentra dentro de la campana, entonces pueden coexistir tanto el vapor como el líquido. Entonces para poder determinar la cantidad de vapor formado en el proceso de expansión; consideremos a x como la fracción del líquido en el refrigerante a la presión menor P_2 con una entalpía h_{L2} , por lo que la fracción de vapor formado durante el proceso de expansión con una entalpía H_{V2} es $(1-x)$. Escribiendo la ecuación de balance de calor, la fracción de vapor del líquido y la fracción de vapor formado son:

$$x (h_{L2}) + (1-x) H_{V2} = h_{L1} \quad 1$$

$$x = (H_{V2} - h_{L2}) / (H_{V2} - h_{L2}) = a/b \quad 2$$

$$(1-x) = ((h_{L2} - h_{L2}) / (H_{V2} - h_{L2})) = ((b - a) / b) \quad 3$$

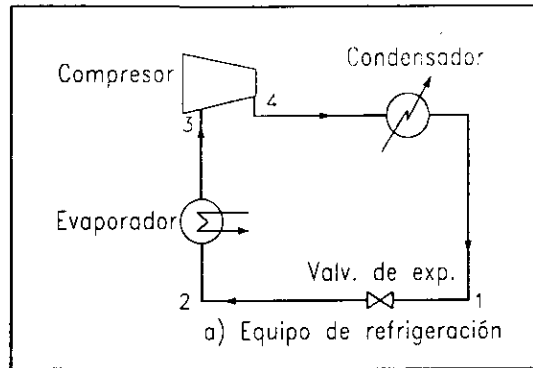
1.6.1.2.2. Proceso de evaporación.

Esta porción del ciclo (2 - 3) absorbe el calor por la evaporación del líquido refrigerante a través de un calor latente. Como se muestra en la figura 1.10-c, este proceso se realiza a presión y temperatura constantes. Con lo que el vapor formado en el proceso de expansión (1 - 2) no suministra ninguna refrigeración. Físicamente la evaporación toma lugar en un intercambiador de calor. La refrigeración sólo es provista por el líquido y su efecto refrigerante puede definirse como:

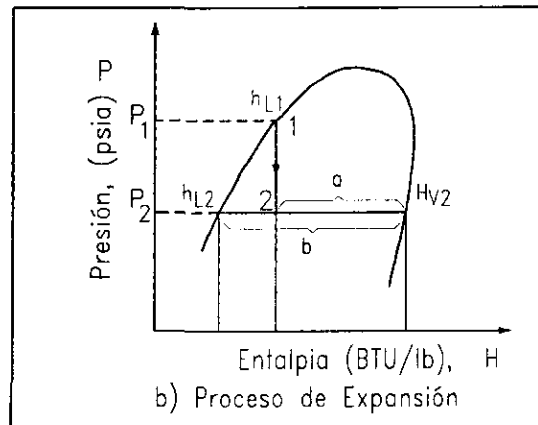
$$x (H_{V2} - h_{L2}) = (H_{V2} - h_{L1}) \text{ en BTU / lb} \quad 4$$

El efecto refrigerante o capacidad de refrigeración, se puede definir como la cantidad total de calor absorbido en el intercambiador y que generalmente se expresa como "tonelada de refrigeración" en BTU/ unidad de tiempo. Una tonelada de refrigeración es igual a 12 000 BTU/h, o 200 BTU/min. Para determinar el flujo de refrigerante (lb /h.) requerido en el cambiador, se divide la carga de refrigeración (Q_{ref} BTU/h) entre el efecto refrigerante ($H_{V2} - h_{L2}$).

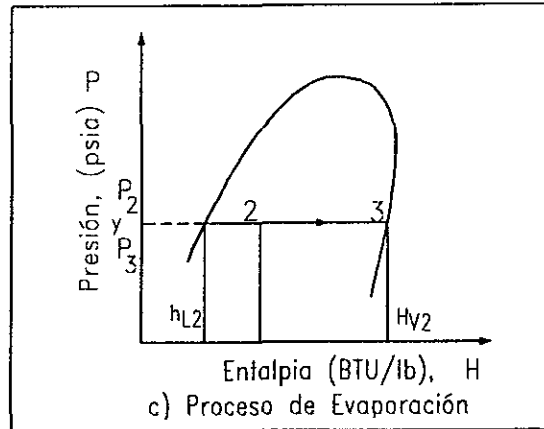
$$m = Q_{ref} / (H_{V2} - h_{L2}) \quad 5$$



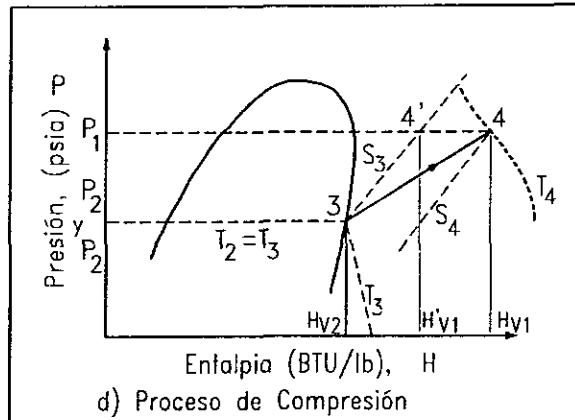
1.10-a



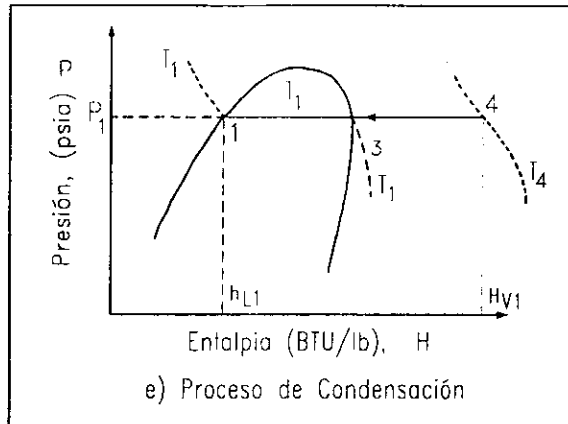
1.10-b



1.10-c



1.10-d



1.10-e

Análisis de los diferentes pasos para el proceso de compresión.

FIGURAS 1.10 a, b, c, d y e.

1.6.1.2.3. Proceso de compresión.

Los vapores de refrigeración salen del cambiador de calor a su presión de saturación P_s . La temperatura de refrigeración correspondiente es T_s con una entalpía H_{v2} . (debido a $T_2 = T_s$). Estos vapores son comprimidos isoentrópicamente hasta la presión P_1 a lo largo de la línea (3 - 4) con una entropía S_3 figura 1.10-d.

El trabajo adiabático W_{ad} . Para la compresión del refrigerante de P_2 a P_1 esta dada por:

$$W_{ad} = (H_{v1} - H_{v2}) m = \text{BTU/h.} \quad 6$$

Donde m es el flujo del refrigerante a través del compresor en lb/h. y $H_{v1} - H_{v2}$ es la cabeza adiabática. ΔH_{ad} .

La H_{v1} se determina a partir de las propiedades del refrigerante a la P_2 y una entropía S_0 . Como el refrigerante no es un fluido ideal y los compresores para tales servicios no operan idealmente, la eficiencia adiabática, η_{ad} , tiene que ser definida para compensar las ineficiencias del proceso de compresión W , puede ser calculado por:

$$W = W_{ad} / \eta_{ad} = m (H_{v1} - H_{v2}) / \eta_{ad} = m (H_{v1} - H_{v2}) = \text{BTU/h} \quad 7$$

La entalpía en la descarga esta dada por:

$$H_{v1} = \Delta H_{ad} / \eta_{ad} + H_{v2} \quad 8$$

El trabajo de compresión puede ser convertido a caballos fuerza y expresado como gas caballo fuerza (GHP), de acuerdo a:

$$(\text{GHP}) = \Delta H_{\text{ad}} / \eta_{\text{ad}} \times m / 2544.5$$

9

donde 2544.5 BTU/h = 1 HP. Para la mayoría de los refrigerantes se dispone de cartas y tablas de propiedades termodinámicas.

La ecuación 6 es conveniente para determinar el trabajo de compresión. Para utilizar esta ecuación se requiere de la η_{ad} . Como los compresores se fabrican en tamaños standard, las compañías proporcionan la eficiencia la eficiencia politrópica, η_p , para cada equipo. En la tabla 1, se enlistan las eficiencias politrópicas nominales para un compresor Elliot. Conociendo el flujo de entrada al compresor a P_3 y T_3 la eficiencia politrópica puede ser determinada y a partir de la misma se puede obtener la eficiencia adiabática con:

$$\eta_{\text{ad}} = (0.77 + 0.16x) / (1 + 0.357x) + 1.333x^{0.16} (\eta_p - 0.77) \quad 10$$

donde:

$$x = ((P_1/P_2)^{(k-1)/K} - 1) \quad 11$$

y K es la razón de capacidad calórica C_p/C_v del gas, en la tabla 2 se muestran valores de K, para algunos refrigerantes comunes.

1.6.1.2.4. Proceso de condensación.

El refrigerante sobrecalentado deja el compresor a P_1 y T_4 (punto 4 en la figura 1.10-e), este es enfriado a presión constante hasta la temperatura de rocío T_1 y los vapores del refrigerante comienzan a condensar a temperatura constante.

Bajo el proceso de condensación todo el calor adicionado al refrigerante durante la evaporación y compresión debe ser eliminado para que el ciclo se complete, alcanzando el punto 1; o punto de partida en el diagrama P-H, como se ve en las figuras 1.10-b o 1.10-e.

Por la adición del efecto refrigerante al calor de compresión, podemos calcular la carga de condensación, Q_{cd} a partir de:

$$Q_{\text{cd}} = m / ((H_{V1} - h_{L1}) + (H_{V1} - H_{V2})) \quad 12$$

Es importante hacer notar que la presión de condensación del refrigerante es una función del medio de enfriamiento disponible; aire, agua de enfriamiento o bien otro refrigerante. El medio de enfriamiento elimina al calor de entrada, Q_{cd} , del ciclo de refrigeración. En otras palabras, la presión de descarga requerida del compresor es estabilizada por el medio de enfriamiento. Si el compresor no está a su presión de condensación, la misma no ocurre.

Algunas veces el líquido saturado es sobreenfriado en el condensador para eliminar el flasheo del gas durante la expansión; 1-2 en ciclo. Con esto se ayuda a reducir el flujo de recirculación del refrigerante m, el cual se indicó la forma de determinarlo anteriormente, donde X indica 1 y (1-X) es cero.

Eficiencia Politrópica de compresores centrífugos	
Flujo normal de entrada, rango en ft ³ / min.	Eficiencia politrópica nominal η_p .
600 - 8 000	0.76
6 000 - 23 000	0.77
20 000 - 35 000	0.77
30 000 - 58 000	0.77
50 000 - 85 000	0.78
75 000 - 130 000	0.78
110 000 - 160 000	0.78
140 000 - 190 000	0.78

TABLA 1

Relación de capacidades caloríficas, de algunos refrigerantes comunes.	
Refrigerante	K (C_p / C_v)
Metano	1.31
Etano	1.19
Etileno	1.24
Propano	1.13
Propileno	1.15
n – Butano	1.09
Isobutano	1.10
Freón – 12	1.12
Amoniaco	1.31

TABLA 2

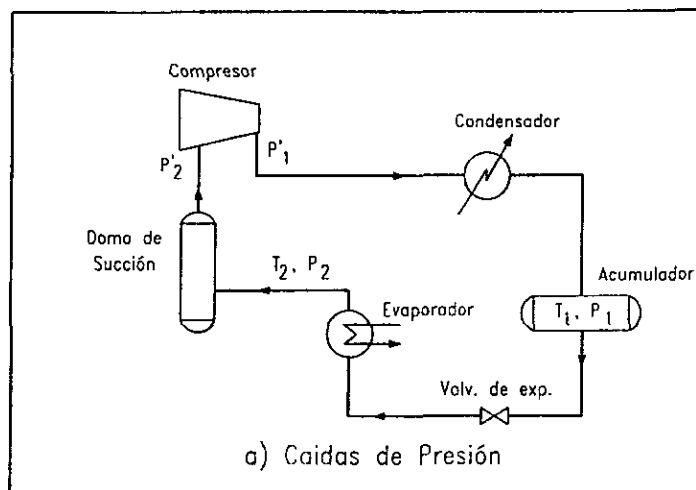
1.6.1.3. Sistema real de refrigeración.

En la explicación anterior del proceso de refrigeración se han ignorado los efectos de las caídas de presión en la tubería así como en los intercambiadores asociados con el ciclo de refrigeración. Un sistema de refrigeración de una etapa con caída de presión se muestra en las figuras 1.11-a,b, en el que:

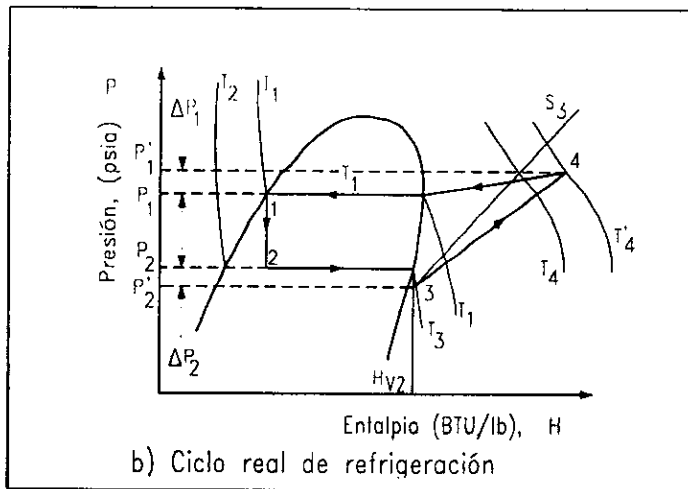
$$P'_1 = P_1 + \Delta P_1$$

$$P'_2 = P_2 + \Delta P_2$$

donde: ΔP_1 , es caída de presión entre la descarga del compresor y la entrada del mismo (encontrándose generalmente en un rango de 5 a 10 psi), y ΔP_2 , es la caída de presión entre la salida del evaporador y la entrada del compresor (generalmente entre 1.5 psi).



1.11-a



1.11-b

Sistema real de refrigeración de una etapa

FIGURAS 1.11-a y b

La relación de compresión "r", a través del compresor es:

$$r = (P'_1 / P'_2)^{(1-N)} \quad 13$$

Donde N es el número de etapas de compresión, para un compresor de una sola etapa, la relación de compresión es:

$$r = (P'_1 / P'_2) \quad 14$$

Los ciclos de refrigeración para dos etapas, en un diagrama P-H, son equivalentes a lo mostrado en un ciclo de una sola etapa como lo mostrado en las figuras 1.11-a y b. Cabe hacer notar que la compresión en ambos casos, no inicia en la curva del punto de rocío y que la presión de descarga del compresor es más grande que la presión de condensación. Los vapores que entran al compresor, son ligeramente sobrecalentados y la línea isoentrópica está ligeramente hacia la derecha. Esto podría resultar en una temperatura de descarga del compresor T_4' mayor que T_4 , si las caídas de presión no son incluidas.

CAPITULO DOS

DESCRIPCION DE DOCUMENTOS DE INGENIERIA BASICA CONCEPTUAL.

INGENIERÍA BÁSICA DESARROLLADA POR PROCESOS.

Descripción del proceso de Gas LPG.

Descripción del proceso de Amoniaco.

Bases de Diseño.

Diagramas de Flujo de Proceso, (DFP).

***Diagramas de Tubería e Instrumentación de Proceso,
(DTI's)***

***Diagramas de Tubería e Instrumentación de Servicios
Auxiliares, (DTI's)***

Plano de Localización General, (PLG).

Plano de Notas Generales Leyendas y Símbolos.

DESCRIPCION DE DOCUMENTOS DE INGENIERIA BASICA CONCEPTUAL

2. INGENIERÍA BÁSICA DESARROLLADA POR PROCESOS.

Cabe aclarar, que se debe considerar que la terminal que aquí se menciona, esta ubicada a nivel del mar y que la misma recibe sus productos por medio de barcos, como se indica, en la descripción de los procesos.

En este capítulo se establecerán cuales son las modificaciones y/o cambios propuestos a los procesos originales, con los cuales se construyo la Terminal de Topolobampo, para poder efectuar la automatización de la planta. Los cambios se verán de forma más clara, al realizar una comparación entre los documentos existentes (en los casos en los que se tenga dicha información y que sea conveniente hacerlo para el mejor entendimiento de lo que en su momento se mencione) y los documentos que se deben generar para automatizar la terminal.

Aquí, se presentan principalmente los documentos que como parte de la Ingeniería Básica, se han de modificar dentro de los trabajos que la Ingeniería de Procesos.

Así tenemos, que los documentos a los cuales hay que efectuar algún cambio, en la etapa de la Ingeniería Básica para la Automatización de la Terminal de Topolobampo, son los siguientes:

- 2.1. *Descripción de los Procesos.*
- 2.2. *Bases de Diseño*
- 2.3. *Diagramas de Flujo de Proceso, (DFP).*
- 2.4. *Diagramas de Tubería e Instrumentación de Proceso, (DTI's)*
- 2.5. *Diagramas de Tubería e Instrumentación de Servicios Auxiliares, (DTI's)*
- 2.6. *Plano de Localización General, (PLG).*
- 2.7. *Plano de Notas Generales Leyendas y Símbolos.*

Finalmente, antes de cada uno de los documentos mencionados, (con los que se construyo la terminal y los que se generan como nuevos para la automatización de la misma), se dará una breve descripción de cuales son los cambios más importantes dentro de cada uno de estos.

2.1. DESCRIPCION DE LOS PROCESOS.

En la descripción de los procesos, se consideran las modificaciones propuestas durante la etapa de la Ingeniería Básica para la automatización de la terminal, dado que sería muy tedioso el escribir ambos documentos para realizar la comparación. Por otra parte, en los puntos siguientes dentro de

este capítulo, se indicarán cuales son los cambios que se proponen dentro de la automatización y que afectan invariablemente al diseño original de la Terminal.

2.1.1. Descripción del proceso de Gas LPG.

2.1.1.1. Almacenamiento y llenado de LPG.

El LPG se recibe de barcos a 10.0 Kg/cm² man. (142.2 lb/in² man.) y -46.7 °C. (-52 °F), entra a la planta y se envía directamente al tanque de almacenamiento de LPG (TV-950), por medio de una válvula de control, se reduce la presión de gas, hasta la atmosférica.

El compresor de llenado (BC-1053 A) succiona vapor de LPG, que se extrae por la parte superior del tanque de almacenamiento (TV-950) a través de una línea de 30 pulgadas. La línea anterior esta provista de una válvula de compuerta que debe permanecer siempre abierta y por ésta razón, se suministra el fluido de una forma segura.

El vapor que sale del tanque, por medio de la línea antes indicada pasa al domo de succión (TH-1050). Este vapor raramente contiene líquido por ser extraído por la parte superior del tanque; sin embargo el domo de succión se tiene por precaución, dado que se prevé de éste modo que los compresores no succionen LPG líquido y se dañen. El domo de succión esta equipado con un aro interior, por el cual fluye LPG líquido (el cual regresa al tanque de almacenamiento proveniente del acumulador final de LPG TH-1065) más caliente que el vapor que contiene dicho domo y que sirve para evaporar el gas líquido que se pudiera acumular en esta recipiente.

Los vapores pasan desde el domo de succión al compresor BC-1053 A, (compresor de llenado tipo tornillo) accionado por motor eléctrico.

Los vapores del gas, entran a los compresores directamente por medio de un cabezal común a todos los compresores. Aquí los vapores de LPG se comprimen hasta 17.6 Kg/cm² man. (250.3 lb/in² man.) y 76.0 °C (168.8 °F), descargando finalmente a un cabezal común que alimenta al tren de condensadores de los compresores de LPG (CH-1064 A/B - instalados - y CH-1064 C/D - nuevos -). (Estos trenes de condensadores trabajarán uno a la vez, es decir sólo trabajará uno de los trenes de acuerdo a que el otro llegase a presentar algún problema o por mantenimiento de los mismos). En éste equipo, los vapores se condensan con agua de enfriamiento que fluye por el interior de los tubos y el fluido ya líquido a 40.5 °C (105 °F) pasa al acumulador final de los compresores de LPG (TH-1065). El acumulador final de los compresores del gas, tiene una línea de drenaje para purga con dos válvulas, de las cuales solamente una de ellas deberá estar cerrada cuando no se opera la planta.

El LPG líquido se regresa desde el TH-1065, al tanque de almacenamiento TV-950, donde se flashea creándose un equilibrio vapor-líquido a presión atmosférica y -46.7 °C (-52 °F). En su camino hacia el tanque de almacenamiento, el LPG, pasa por el interior del aro que tiene el domo de succión (TH-1050) y después por el separador de aceite de LPG (FA-1072).

2.1.1.2. Refrigeración del LPG.

El LPG líquido se almacena a presión atmosférica bajo condiciones de refrigeración a -46.7 °C (-52 °F) en un tanque de doble pared, con una capacidad de 20 000 toneladas métricas.

El anulo entre las paredes del tanque se llena con perlita expandida de modo que la transferencia de calor del medio ambiente hacia el tanque se reduzca al mínimo.

Debido a que el contenido del tanque esta en su punto de ebullición todo el calor que se absorba del medio ambiente se traduce en la vaporización de una parte del LPG y por ende en un aumento de la presión interna del tanque.

Estos incrementos de presión del tanque debidos a la absorción calorífica del medio ambiente y/o descensos de la presión barométrica producen vapores de propano que normalmente se manejan por el sistema de refrigeración.

Adicionalmente en el tanque de almacenamiento, se generan vapores, haciendo necesario el tener trabajando el sistema de refrigeración, por alguna de las siguientes condiciones que ocurren al mismo tiempo:

- a) Debido a que parte de la energía de las bombas de recirculación, le transmite parte de la misma.
- b) Se absorbe calor a lo largo de la línea de llenado, desde el muelle hasta el tanque, así como por la energía que le transmiten al fluido las bombas del barco.

Así como, cuando se llenan los autotanques, también se generan vapores ya sea por:

- a) Que se genera vapor en los autotanques el cual regresa al tanque de almacenamiento ya que parte de la energía de las bombas de carga se le transmite.
- b) Se desplaza vapor en los autotanques ya que su nivel sube por el líquido que se esta cargando.
- c) Se absorbe vapor en el tanque, porque su nivel baja por el líquido que se esta cargando.

El compresor de refrigeración, BC-1053 B o al BC-1053 C (relevé); Succiona vapor de LPG, que se extrae por la parte superior del tanque de almacenamiento (TV-950) a través de una línea de 30 pulgadas. La línea anterior esta provista de una válvula de compuerta que debe permanecer siempre abierta y por ésta razón, se suministra el fluido de una forma segura.

El vapor que sale del tanque, por medio de la línea antes indicada pasa al domo de succión (TH-1050). Este vapor raramente contiene líquido por ser extraído por la parte superior del tanque; sin embargo el domo de succión se tiene por precaución, dado que se prevé de éste modo que los compresores no succionen LPG líquido y se dañen. El domo de succión esta equipado con un aro interior, por el cual fluye LPG líquido (el cual regresa al tanque de almacenamiento proveniente del acumulador final de LPG TH-1065) más caliente que el vapor que contiene dicho domo y que sirve para evaporar el gas líquido que se pudiera acumular en esta recipiente.

Los vapores pasan desde el domo de succión a los compresores de refrigeración (tipo tornillo) BC-1053 B, o al BC-1053 C (relevé).

El compresor BC-1053 B es accionado por motor eléctrico y el BC-1053 C (relevé), es accionado por motor de combustión interna. Los compresores trabajarán individualmente cubriendo las necesidades de refrigeración del tanque de almacenamiento.

Los vapores del gas, entran a los compresores directamente, por medio de un cabezal común, aquí los vapores de LPG se comprimen hasta 17.6 Kg/cm² man. (250.3 lb/in² man.) y 76.0 °C (168.8 °F),

descargando a un cabezal común que alimenta al tren de condensadores de los compresores de LPG (CH-1064 A/B - instalados - y CH-1064 C/D - nuevos -). En éste equipo, los vapores se condensan con agua de enfriamiento que fluye por el interior de los tubos y el fluido ya líquido a 40.5 °C (105 °F) pasa al acumulador final de los compresores de LPG (TH-1065). El acumulador final de los compresores del gas, tiene una línea de drenaje para purga con dos válvulas, de las cuales solamente una de ellas deberá estar cerrada cuando no se opera la planta.

El LPG líquido se regresa desde el TH-1065, al tanque de almacenamiento TV-950, donde se flashea creándose un equilibrio vapor-líquido a presión atmosférica y -46.7 °C (-52 °F). En su camino hacia el tanque de almacenamiento, el LPG, pasa por el interior del aro que tiene el domo de succión (TH-1050) y después por el separador de aceite de LPG (FA-1072).

2.1.1.3. Carga de autotankes con LPG.

El LPG líquido fluye por gravedad desde el tanque de almacenamiento (TV-950) hasta las bombas de carga de LPG (BA-951 A, BA-951 B y BA-951 C) las cuales aumentan la presión del fluido hasta 24.62 Kg/cm². (350.0 lb/in² man.) pasando a través de los calentadores de carga de LPG (EA-1A/R), en los cuales se aumenta la temperatura hasta 4.4 °C (40 °F). El retorno de vapores de autotankes hacia el tanque de almacenamiento se efectúa mediante la ayuda de una presión de 10.0 Kg/cm² man. (142.0 lb/in² man.), que se genera en los mismos autotankes por el desplazamiento de los vapores con el LPG líquido que se está admitiendo.

La cantidad de LPG cargado en los autotankes se cuantifica con los medidores de flujo que se instalaran en las líneas de llenaderas automatizadas.

2.1.2. Descripción del proceso de Amoniaco.

2.1.2.1. Almacenamiento y llenado de Amoniaco.

El Amoniaco se recibe de barcos a 10.0 Kg/cm² man. (142.2 lb/in² man.) y -33.3 °C (-28 °F), entra a la planta y se envía al tanque de almacenamiento (TV-250), reduciéndose la presión por medio de una válvula de control hasta la atmosférica.

Se tienen dos compresores de llenado, el BC-359 A y el BC-359-B, el primero succiona vapor de Amoniaco, que se extrae de la parte superior del tanque de almacenamiento, por medio de la misma línea de 24 pulgadas, que los vapores del sistema de refrigeración. La línea anterior esta provista de una válvula de compuerta que debe permanecer siempre abierta para suministrar el fluido de una forma segura.

Los vapores de Amoniaco pasan por el domo de succión (TH-350); inicialmente se comprimen hasta 3.24 Kg/cm² man. (46.0 lb/in² man.) y fluyen hacia el acumulador de interfases (TH-361) donde parte del Amoniaco comprimido es enfriado con el amoniaco que se esprea, el cual proviene del acumulador final del compresor (TH-365). Aquí se genera una fracción de vapores de Amoniaco, la cual será enviada a la segunda etapa de compresión (realizada por el BC-359-B) de los compresores de llenado tipo tornillo. Estos vapores, se comprimen hasta 13.03 Kg/cm² man. (185.3 lb/in² man.) y 103.4 °C (218.2 °F), descargando hacia los condensadores de llenado (CH-364 A y CH-364 B). En estos equipos los vapores de Amoniaco se condensan con agua de enfriamiento, que fluye por el interior de los tubos y el fluido ya líquido a 35.0 °C (95 °F) pasa al acumulador final del compresor

(TH-365), después el Amoniaco líquido (enfriando hasta -11°C 12.2°F) es enviado al acumulador de interfaces del compresor de llenado TH-361, donde se esprea en el interior del mismo. La fracción mayor de Amoniaco dentro del TH-361 es líquido que se acumula en el fondo de este equipo, el cual se regresa al tanque de almacenamiento pasando antes por el separador de aceite (FA-362).

2.1.2.2. Refrigeración de Amoniaco.

El Amoniaco líquido anhidro se almacena a presión atmosférica bajo condiciones de refrigeración a -33°C (-28°F) en un tanque de doble pared, con una capacidad de 20 000 toneladas métricas.

El anulo entre las paredes del tanque se llenan con perlita expandida de modo que la transmisión de calor del medio ambiente hacia el interior se reduzca al mínimo.

Debido a que el contenido del tanque esta en su punto de ebullición todo el calor que se absorba del medio ambiente se traduce en la vaporización de una parte del Amoniaco y por ende en un aumento de la presión interna del tanque.

Estos incrementos de presión del tanque debidos a la absorción calorífica del medio ambiente y/o descensos de la presión barométrica producen vapores de Amoniaco que normalmente se manejan por el sistema de refrigeración.

Adicionalmente en el tanque de almacenamiento, se generan vapores, haciendo necesario el tener trabajando el sistema de refrigeración, por alguna de las siguientes condiciones que ocurren al mismo tiempo:

- a) Debido a que parte de la energía de las bombas de recirculación, le transmite parte de la misma.
- b) Se absorbe calor a lo largo de la línea de llenado, desde el muelle hasta el tanque, así como por la energía que le transmiten al fluido las bombas del barco.

Así como, cuando se llenan los autotanques, también se generan vapores ya sea por:

- a) Que se genera vapor en los autotanques el cual regresa al tanque de almacenamiento ya que parte de la energía de las bombas de carga se le transmite.
- b) Se desplaza vapor en los autotanques ya que su nivel sube por el líquido que se esta cargando.
- c) Se absorbe vapor en el tanque, porque su nivel baja por el líquido que se esta cargando.

Se tienen dos compresores de refrigeración, el BC-353 A y el BC-353-B, el primero, succionan vapor de Amoniaco, que se extrae de la parte superior del tanque de almacenamiento, por medio de la misma línea (24 pulgadas) que los vapores del sistema de llenado. La línea anterior esta provista de una válvula de compuerta que debe permanecer siempre abierta para suministrar el fluido de una forma segura.

El vapor pasa al domo de succión (TH-350). Este vapor raramente contiene líquido por ser extraído de la parte superior del tanque; sin embargo el domo de succión se añade como una precaución, previendo de este modo que los compresores no succionen Amoniaco líquido y se dañen. El domo está equipado con un aro interior en el cual fluye Amoniaco líquido (que regresa al tanque de almacenamiento proveniente del acumulador de interfaces TH-357), más caliente que el vapor que

contiene dicho domo y que sirve para evaporar el Amoniaco líquido que se pudiera acumular en este recipiente.

Los vapores de Amoniaco entran al compresor de refrigeración BC-353 A, e inicialmente se comprimen hasta 2.9 Kg/cm² man. (41.0 lb/in² man.) y 66.7 °C (152 °F), descargando a un cabezal que alimenta al acumulador de interfases (TH-357), aquí parte del Amoniaco comprimido es enfriado con el amoniaco que se esprea, el cual proviene del acumulador final del compresor (TH-371). Aquí se genera una fracción de vapores de Amoniaco, la cual será enviada a la segunda etapa de compresión, (BC-353 B). Estos vapores, se comprimen hasta 13.03 Kg/cm² man. (185.3 lb/in² man.) y 119.9 °C (247.9 °F), descargando a un cabezal que alimenta al condensador de los compresores de refrigeración de Amoniaco, (CH-370). En el condensador los vapores de Amoniaco se condensan con agua de enfriamiento que fluye por el interior de los tubos, el fluido líquido a 35 °C (95 °F) pasa al acumulador final del compresor (TH-371). El Amoniaco líquido se regresa desde el TH-371 al TH-357 (enfriando hasta -3.9 °C (25 °F)). El líquido remanente que se acumula en el fondo del TH-357 se regresa al tanque de almacenamiento pasando antes por el interior del aro que tiene el domo de succión (TH-350) y por el separador de aceite (FA-372).

2.1.2.3. Carga de autotanques con Amoniaco.

El Amoniaco líquido fluye por gravedad desde el tanque de almacenamiento (TV-250) hasta las bombas de carga de Amoniaco (BA-251 A, BA-251 B y BA-251 C) las cuales aumentan la presión del fluido hasta 20.38 Kg/cm². (290.0 lb/in² man.) pasando a través de los calentadores de carga de Amoniaco (EA-2 A/R), en los cuales se aumenta la temperatura hasta 4.4 °C (40 °F). El retorno de vapores de autotanques hacia el tanque de almacenamiento se efectúa mediante la ayuda de una presión de 10.0 Kg/cm² man. (142.0 lb/in² man.), que se genera en los mismos autotanques por el desplazamiento de los vapores con el Amoniaco líquido que se esta admitiendo.

La cantidad de Amoniaco cargado en los autotanques se cuantifica con los medidores de flujo que se instalaran en las líneas de llenaderas automatizadas.

2.2. BASES DE DISEÑO.

El documento original de las bases de diseño, no se pudo localizar, así que se elaboro el mismo, con la información que en su momento se obtuvo de acuerdo a los levantamientos realizados, de tal forma, a continuación se presentan las Bases de Diseño elaboradas para la Automatización de la Terminal, tanto para LPG como para Amoniaco.

En las mismas, se reflejara la información, que como mínimo debe de contener un documento de este tipo.

“TERMINAL CRIOGÉNICA DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO Y LPG.”

BASES DE DISEÑO PARA

REHABILITACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN

2.2.1.1 Generalidades.

2.2.1.1.1 Función de la terminal.

La terminal esta diseñada para almacenar a presión atmosférica, 20 000 toneladas métricas de amoniaco líquido refrigerado, en un tanque de almacenamiento de doble pared y 20 000 toneladas métricas de propano líquido refrigerado, en un tanque de almacenamiento de doble pared.

Las Alimentaciones tanto de Amoniaco líquido como LPG líquido, provienen de buques tanque, estos productos serán enviados a través de la terminal a autos tanque y carros tanque (en carros tanque sólo el Amoniaco) a los centros de consumo de esta zona este proceso será automatizado llevándose el control del producto que se entrega.

2.2.1.1.2. Tipo de proceso.

El proceso es por medio de dos tanques atmosféricos con equipo de refrigeración, para enfriar Amoniaco a un régimen promedio de 15 000 toneladas métricas por día e igualmente para el LPG. Esto dependerá de la demanda del producto (Temporada del año). Los calentadores de amoniaco y propano que actualmente son a fuego directo, serán substituidos por cambiadores de tubo y coraza implantándose un sistema de aceite calentamiento.

2.2.1.2. Capacidad, rendimiento y flexibilidad.

2.2.1.2.1. Factor de servicio.

La terminal opera con un factor de servicio de 1, es decir, trabaja los 365 días del año.

2.2.1.2.2. Capacidad y rendimiento.

La terminal contará con un tanque atmosférico con capacidad de 20 000 toneladas métricas de Amoniaco líquido y un tanque atmosférico con capacidad de 20 000 toneladas métricas de LPG.

2.2.1.2.3. Flexibilidad.

La unidad podrá seguir operando a falla de electricidad.

La unidad no podrá seguir operando a falla de agua de enfriamiento.

2.2.1.2.4. Previsiones para futuras ampliaciones.

Se tendrán provisiones para ampliaciones futuras.

2.2.1.3 Especificación de las Alimentaciones al proceso.

Los flujos y concentraciones de contaminantes para el caso de diseño se muestran en la siguiente tabla:

COMPONENTE	AMONIACO	LPG
FLUJO	62 5000 Kg./h	62 5000 Kg./h
PRESIÓN L.B.	11.03 Kg./cm ²	11.03 Kg./cm ²
TEMPERATURA	-33.3 °C	-46.7 °C
PESO MOLECULAR	17	42.90
COMPOSICIÓN (% EN PESO)		
AMONIACO	99.50	0.0
DIOXIDO DE CARBONO		0.383
ACIDO SULFURICO		4.246
METANO		1.785
ETANO		1.115
PROPILENO		37.349
PROPANO		50.30
I-BUTANO		1.578
N-BUTANO		3.244
AGUA (% EN PESO)	0.50	0.0
ACEITE	10.00 ppm.	0.0

2.2.1.4. Especificaciones de los productos.

Las corrientes de salida de Amoniacó y LPG líquidos refrigerados tendrán las siguientes características:

COMPONENTE	AMONIACO	LPG
FLUJO	125 000.00 Kg./h	125 000.00 Kg./h
PRESIÓN EN L.B.	20.00 Kg./cm ²	20.00 Kg./cm ²
TEMPERATURA	4.4 °C	4.4 °C
PESO MOLECULAR	17	42.90.
COMPOSICIÓN (% EN PESO)		
AMONIACO	99.50	0.0
DIOXIDO DE CARBONO		0.383
ACIDO SULFURICO		4.246
METANO		1.785
ETANO		1.115
PROPILENO		37.349
PROPANO		50.30
I-BUTANO		1.578
N-BUTANO		3.244
AGUA (% EN PESO)	0.50	0.0
ACEITE	10.00 ppm	0.0

2.2.1.5. Alimentaciones en la terminal.

2.2.1.5.1. Alimentaciones en límites de batería.

Producto.	Estado Físico	Presión. (kg./cm ² man.) max/nor/min.	Temperatura. (°C) max/nor/min.	Forma de Recibo
Amoniaco	Líquido	--/ 11.00 /--	--/ -33.3 /--	Barco
LPG	Líquido	--/ 11.00 /--	--/ -46.7 /--	Barco

La cantidad de producto dependerá del barco que descargue

2.2.1.6. Condiciones de los productos en límites de batería.

Producto.	Estado Físico	Presión. (kg./cm ² man.) max/nor/min.	Temperatura. (°C) max/nor/min.	Forma de Entrega
Amoniaco	Líquido	---/20/---	---/4.4/---	Llenaderas
LPG	Líquido	---/20/---	---/4.4/---	Llenaderas

2.2.1.7. Eliminación de desechos.

2.2.1.7.1. Normas y requerimientos.

Para el contenido de desechos permisibles en agua y aire se deberá cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas emitidas por la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) vigentes a la fecha.

2.2.1.7.2. Sistemas preferidos de eliminación de desechos

Drenaje pluvial integrado a la red del área

Venteos de LPG a quemador.

Venteos de amoniaco a la atmósfera.

2.2.1.8. Instalaciones requeridas de almacenamiento.

2.2.1.8.1. Almacenamiento en la terminal.

Se cuenta con dos tanques atmosféricos de doble pared cada uno con una capacidad de 20 000 Toneladas métricas, siendo estos tanques los de almacenamiento de Amoniaco y LPG, trabajando a -33°C y a -46.7°C , respectivamente.

2.2.1.8.2. Productos.

Los productos que se manejan en esta terminal son los siguientes:

AMONIACO.

LPG.

2.2.1.9 Servicios auxiliares.

2.2.1.9.1 Vapor

A) Vapor de alta presión en límites de batería	No se requiere
B) Vapor de media presión en límites de batería	No se requiere
C) Vapor de baja presión en límites de batería	No se requiere

2.2.1.9.2. Retorno de condensado.

A) Condensado de alta presión en límites de batería	No se requiere
B) Condensado de media presión en límites de batería	No se requiere
C) Condensado de baja presión en límites de batería	No se requiere

2.2.1.9.3 Agua de enfriamiento

A) Condiciones del sistema de enfriamiento:

Fuente de suministro	Agua cruda por PEMEX
Sistema de enfriamiento.	Torre de Enfriamiento.
Presión de suministro:	4.0 kg./cm ² man.
Temperatura de suministro:	9.4 °C. mínima
Disponibilidad	8,717 LPM
Presión de retorno.	2.5 kg./cm ² man.
Temperatura de retorno	38.4 °C. máxima

B) Condiciones del agua de repuesto para la torre de enfriamiento:

Fuente de suministro	Tubería
Presión de entrada en L.B.	2.5 kg./cm ² man.
Temperatura de entrada en L.B.	26.6 °C
Disponibilidad	La requerida por el sistema.

2.2.1.9.4. *Agua para servicios y usos sanitarios.*

Fuente de suministro	Tubería
Presión de entrada en L.B.	2.5 kg./cm ² man.
Temperatura de entrada en L.B.	26.6 °C
Disponibilidad	La requerida por el sistema

2.2.1.9.5. *Agua potable.*

Suministro:	Garrafrones.
-------------	--------------

2.2.1.9.6 *Agua contra incendio.*

El agua contra incendio será suministrada por bombas dentro de límites de batería.

Fuente de Suministro	Red contra incendio del área
Presión:	8.8 kg./cm ² man.
Disponibilidad	La requerida por el sistema

2.2.1.9.7 *Aire de instrumentos*

El aire de instrumentos será generado dentro de límites de batería.

Capacidad extra a la requerida	30 %
Presión:	7.0 Kg./cm ² man.
Temperatura:	38.0 °C
Temperatura de rocío	-40.0 °C
Impurezas (fierro, aceite, etc.):	Ninguna

2.2.1.9.8 Aire de planta.

El aire de planta será generado dentro de límites de batería.

Capacidad extra requerida
Presión:

Para substituir el aire de instrumentos
7.0 Kg./cm² man

2.2.1.9.9 Combustibles

A) Gas

Fuente de suministro:
Naturaleza.
Poder calorífico
Presión
Temperatura
Disponibilidad

Línea a llenaderas de autos tanque.
LPG, principalmente.
8.44 Kcal/m³ std.
14 Kg/cm²
38 °C
La requerida por el sistema.

B) Líquido

Fuente de suministro:
Naturaleza
Peso Molecular
Azufre (% en peso)
Carbón (% en peso)
Peso específico
Viscosidad 21.1/37.8°C
Poder calorífico
Presión
Temperatura
Disponibilidad

Tanques en áreas de destilados.
Diesel.
274
1.4
0.1
0.861
50/4.00
10046.69 Kcal/Kg.
1.8 Kg/cm²
25 °C
La requerida por el sistema.

2.2.1.9.10. Inertes

Tipo
Fuente de suministro
Presión de suministro
Temperatura de suministro
Disponibilidad

Nitrógeno
Tanque Vertical
165 Kg/cm²
38 °C
La requerida por el sistema.

2.2.1.9.11 Alimentaciones de energía eléctrica

Fuente de suministro:	Línea de alimentación por parte de C.F.E.
Tensión, Kvolts:	115 Kv.
Número de fases:	3
Frecuencia:	60 Hz
Capacidad interruptiva de corto circuito	2,500 MVA
Factor de potencia, min.	0.85
Numero de conductores	3
Sección de conductores	6 C/F -500 MCM
Material Conductor	ASCR
Acometida:	Aérea
Coordenadas de la acometida	S-94.400, E-141.350

2.2.1.9.12. Teléfonos.

Red comercial y local.

2.2.1.9.13 Desfogue

Los desfuegos de LPG que se tienen en la terminal se llevarán hasta quemador.

Los desfuegos de amoníaco que se tienen en la terminal se enviaran a la atmósfera.

2.2.1.10 Sistema de seguridad.

2.2.1.10.1 Sistema contra incendio.

La red contra incendio será diseñada de acuerdo a las normas de seguridad de PEMEX.

Rociadores	Sí (Para la casa de compresores, casa de bombas, área del paquete de aceite de calentamiento)
Cámaras de espuma	No

2.2.10.2 Protección personal.

Se contará con duchas y tomas de aire

2.2.1.11. Condiciones climatológicas.

2.2.1.11.1 Temperatura.

Máxima extrema	45.0 °C	Mínima extrema:	4.0 °C
Máxima promedio:	34.0 °C	Mínima promedio:	10.0 °C
De bulbo húmedo promedio:		25.0 °C	

2.2.1.11.2 Precipitación pluvial.

Máxima en 24 horas:	123.0 mm.
Máxima de 30 días:	183.0 mm.
Promedio anual:	300.0 mm.

2.2.1.11.3 Viento.

Dirección de los vientos reinantes:	De O a NO.
Dirección de los vientos dominantes:	de N a O.
Velocidad media anual:	20.0 km./h
Velocidad máxima:	130.0 km./h

2.2.1.11.4 Humedad relativa.

Máxima:	77%
Promedio:	66%
Mínima:	55%

2.2.1.11.5 Atmósfera.

Presión atmosférica	1 Atm. 760 mm de Hg (14.7 psia)
Atmósfera corrosiva	Sí (marina)

2.2.1.12. Localización de la terminal.

Las coordenadas del límite de batería son las siguientes:

N-162.000	N-12.500
E-123.500	E-258.500

2.2.1.12.1 Plano de localización:

Será proporcionado por PEMEX y reeditado en su momento, con los cambios necesarios a partir del levantamiento efectuado en campo.

2.2.1.12.2 Elevación de la terminal sobre el nivel del mar

42 metros

2.2.1.13 Bases de diseño eléctrico.

2.2.1.13.1 Código de clasificación de áreas.

La clasificación de áreas será de acuerdo a los estándares, normas y códigos internacionales: NEMA, NEC, API, PEMEX (última revisión).

2.2.1.13.2 Características de la alimentación a los motores.

<u>Potencia (HP)</u>	<u>Volts</u>	<u>Fases</u>
< de 3/4 uso general	127.5	1
De 1 a 200	480	3
De 201 a 2000	4160	3

2.2.1.13.3 Corriente para alumbrado.

	<u>Volts</u>	<u>Fases</u>
General	127.5	1

2.2.1.13.4 Tensión para instrumentos de control.

Volts:	115
Fases	1
Ciclo:	60

2.2.1.13.5 Distribución de energía eléctrica

Dentro de límites de batería será aérea y subterránea.

2.2.1.14. Bases de diseño para tuberías.

2.2.1.14.1 Materiales de tubería

Para ambos procesos se utilizara tubería de acero al carbón, con especificación A-333 GR.6 s/c cédula 40 para tubería de 1/2" a 1 1/2", con extremos planos, para tubería de 2 a 6 " cédula 40, con extremos biselados, A-333 GR 6 s/c, para tubería de 8 a 12 " cédula 20, con extremos biselados especificación A-333 GR. 6 s/c y para tubería de 14 a 30" cédula 10, con extraemos biselados especificación A-333 GR. 6 s/c.

2.2.1.14.2 Tipos de soporte

Se utilizará la soportaria existente, en caso de requerirse nueva, esta será de concreto, con requerimientos de altura mínimos de 4.50 m. Dentro de límites de batería. En el caso de mochetería nueva esta también será de concreto, con una altura similar a la existente de acuerdo a los requerimientos de sitio.

2.2.1.14.3 Drenaje.

No se requiere

2.2.1.14.4 Tubería de proceso y servicios auxiliares

Se realizarán los trazos preliminares de los arreglos de tuberías en el modelo tridimensional (M3D) de los circuitos que se indiquen en los Diagramas de tubería e Instrumentación o líneas nuevas, de acuerdo a los requerimientos de estos.

2.2.1.14.5 Lista de material y volumen de obra

Se elaborarán listas de material y volumen de obra de los trabajos desarrollados.

2.2.1.14.5 Maqueta y dibujos

Requiere maqueta tipo dibujos	No
Plantas y elevaciones Isométricos de tubería	Si
Isométricos de tubería de acero al carbón	Si
Isométricos de tubería de acero inoxidable	Si

2.2.1.15 Bases de diseño civil.

2.2.1.15.1 Regulaciones por viento y sismo.

Se aplica el uso del "Manual de Diseño de Obras Civiles" de la C.F.E. complementándose con las especificaciones PEMEX, considerando 200 KPH como velocidad local y para el caso de sismos se tomara como zona I.

2.2.1.15.2 Nivel de piso terminado y nivel freatico.

42.00 Metros sobre el nivel del mar (M.S.N.M.)

2.2.1.15.3 Edificios y construcciones dentro de L.B.

Cuartos de control de instrumentos	Cubierta de loza de concreto, muros de bloc
Cuarto de control eléctrico	Cubierta de loza de concreto, muros de bloc
Oficinas y sanitarios	No en construcción independiente
Cobertizos para compresores de aire	Estructura de acero
Cobertizos para bombas	Estructura de acero

2.2.1.15.4 Información general sobre el tipo de suelo.

El terreno es una plataforma con elevación a 42.000 m, aproximadamente, constituido de capas de roca andecítica, se considera una capacidad de carga de 15 Ton/m².

Relación de Poison	0.25
Peso volumétrico	1.49
Modulo de elasticidad	10 Ton/cm ²

2.2.1.15.5 Clasificación de zona de temblores

Zona "I" del manual de la C.F.E.

2.2.1.16. Bases de diseño para instrumentos.

2.2.1.16.1 Tablero y control.

Para la etapa de Automatización se contará con un sistema de control distribuido y lo relacionado con los servicios para lo mismo.

2.2.1.16.2. Tipo de señal

Para la etapa de automatización se contará con control distribuido y con el alambrado necesario para la implantación de los instrumentos inteligentes.

2.2.1.16.3. Tipo de tubos para sistema neumático

Multitubo

2.2.1.16.4 Ductería para fibra óptica

2.2.1.16.5. Instrumentación de campo tipo electrónica e inteligente para la etapa de automatización.

2.2.1.16.6 Implementación de un sistema de control digital, para la operación segura y eficiente de la terminal.

2.2.1.16.7 Adecuación del actual cuarto de control o construcción de uno nuevo, para alojar el sistema de control digital.

2.2.1.16.8. Adecuación de un equipo y un tablero de control, para el sistema de seguridad

2.2.1.16.9 Sistemas de tierras

Se deberá implementar un sistema nuevo independiente de tierras para la instrumentación electrónica inteligente de campo y para el SCD.

2.2.1.16.10 Sistema de fuerza

Se deberá contar con la energía eléctrica necesaria para alimentar a SCD y los instrumentos instalados.

2.2.1.16.11 Se deberá contar con la infraestructura necesaria para la alimentación eléctrica a todos los instrumentos instalados en la planta (ingeniería de señalización)

2.2.1.17. Bases de diseño para equipo.

2.2.1.17.1 Compresores

Tipo	Se remplazarán todos los compresores de servicio continuo por compresores rotatorios, tipo tornillo, en ambos procesos.
Tipo de accionadores	Motor eléctrico para amoníaco, motor eléctrico para LPG y para su relevo, motor de diesel.
Sobrediseño	Equipos de reserva de refrigeración de amoníaco y LPG.

2.2.1.17.2. Bombas.

Tipo	Tres bombas para carga de amoníaco, tres bombas para carga de propano, dos bombas de recirculación para amoníaco, dos bombas para recirculación de propano, dos bombas de agua de enfriamiento y dos de agua contra incendio.
Tipo de accionadores	Motor eléctrico, con excepción de una bomba de agua contra incendio que será accionada por motor diesel
Sobrediseño deseado:	20%

2.2.1.17.2 Cambiadores de calor.

La información disponible sobre factores de incrustación determinados en operación es de 0.001 h ft²/ Btu. Se sustituirán los calentadores a fuego directo usados para el calentamiento de los productos enviados a llenaderas por un paquete de aceite de calentamiento.

2.2.1.18. Normas, códigos y especificaciones.

Se utilizarán las normas aplicables por PEMEX.

2.3. DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROCESO, (DFP).

2.3.1 Diagrama de flujo de proceso de LPG.

Dibujo:	Se tiene:	Dibujo con cambios:	Principales cambios a implementar:	Ane- xo	Pág.
DFP-001	a) Cuatro compresores tipo reciprocante (dos de llenado y dos de refrigeración), con diferentes potencias los cuales operan en dos etapas b) Sistema de calentamiento, a base de calentadores a fuego directo c) El proceso no cambia se siguen conservando los flujos y las condiciones originales, con las cuales se construyo la terminal.	DFP-100	a) Tres compresores, de la misma potencia siendo de tipo tornillo, comprimiendo el gas en una sola etapa. b) Incluir paquete, que se propone como sistema de calentamiento c) Nuevo tren de condensadores. (CH-1064 C/D).	D	149 a 150

2.3.2 Diagrama de flujo de proceso de Amoniaco.

Dibujo:	Se tiene:	Dibujo con cambios:	Principales cambios a implementar:	Ane- xo	Pág.
DFP-002	a) Tres compresores, dos de llenado y uno de refrigeración, en ambos casos de dos etapas, tipo reciprocante b) Sistema de calentamiento, a partir de calentadores a fuego directo c) El proceso no cambia se siguen conservando los flujos y las condiciones originales, con las cuales se construyo la terminal.	DFP-200	a) Cuatro compresores más pequeños (en tamaño) tipo tornillo, con una etapa cada uno, teniendo dos compresores para refrigeración y dos para llenado, uno de los compresores, hace la función de la primera etapa y otro hace la función de la segunda etapa b) Incluir paquete, que se propone como sistema de calentamiento	D	151 a 152

2.3.3. Diagrama de flujo de proceso de Paquete de Aceite de Calentamiento.

Dibujo:	Se tiene:	Dibujo con cambios:	Principales cambios a implementar:	Ane- xo	Pág.
DFP-300	a) Este diagrama se generó debido a la necesidad de tener un sistema que no presente un riesgo tan grande, como el que actualmente representa el sistema de calentamiento de productos hacia llenaderas		a) Este sistema es algo de lo nuevo que se propone para la modernización de la terminal.	D	153

2.4. DIAGRAMAS DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN DE PROCESO, (DTI's)

2.4.1 Diagrama de Tubería e Instrumentación, Sección de Almacenamiento de LPG.

Dibujo:	Se tiene:	Dibujo con cambios:	Principales cambios a implementar:	Ane- xo	Pág.
DTI-101	a) Un medidor dentro de los límites de la planta, con señales a nivel local b) El sistema actual de señalización se considera en tablero, en el cuarto de control c) Instrumentos con problemas de operación d) Calentadores a fuego directo.	DTI-111	a) Considerar el medidor localizado en el muelle, con señales locales y al sistema de control distribuido b) Las señales principales para mantener el control del tanque de almacenamiento, serán enviadas al sistema de control distribuido (SCD), c) todos los instrumentos serán nuevos d) Sustituir los calentadores actuales por cambiadores de calor tipo tubos y coraza.	D	154 a 155

2.4.2. Diagrama de Tubería e Instrumentación, Sección de Llenaderas de LPG.

Dibujo:	Se tiene:	Dibujo con cambios:	Principales cambios a implementar:	Ane-xo	Pág.
DTI-102	a) Se indica el total de llenaderas consideradas para el diseño de la terminal b) El manejo de llenaderas es en forma manual c) Un solo medidor para todo el sistema de llenado	DTI-112	a) Eliminar las llenaderas de carrostanque, ya que en la actualidad no son utilizadas, representando un problema b) Automatizar las llenaderas de autotanques, con lo cual se tendrá un mejor control del producto que es vendido, pues todo quedara indicado en el SCD, ya que se tomaran las señales de las llenaderas hacia ese punto c) Cada llenadera tendrá su propio medidor de flujo	D	156 a 157

2.4.3. Diagrama de Tubería e Instrumentación, Sección de Compresión de LPG.

Dibujo:	Se tiene:	Dibujo con cambios:	Principales cambios a implementar:	Ane-xo	Pág.
DTI-103	a) Se indica dentro del dibujo los cuatro compresores. b) Dentro del mismo dibujo se indican los compresores y la sección del equipo de refrigeración.	DTI-113 DTI-114 DTI-115 DTI-116	a) Se genera un DTI para cada compresor, el cual es indicado como "paquete", por lo que la instrumentación y señalización, es responsabilidad del proveedor. Esto se vera reflejado en la ingeniería de detalle, lo que queda fuera del alcance de este trabajo. b) En el DTI-116, de la sección de refrigeración, se indica el nuevo tren de condensadores	D	158 a 162

2.4.5. Diagrama de Tubería e Instrumentación, Sección de Almacenamiento de Amoniaco.

Dibujo:	Se tiene:	Dibujo con cambios:	Principales cambios a implementar:	Ane-xo	Pág.
DTI-201	a) Un medidor dentro de los límites de la planta, con señales a nivel local b) El sistema actual de señalización se considera en tablero, en el cuarto de control c) Instrumentos con problemas de operación d) Calentadores a fuego directo.	DTI-211	a) Considerar el medidor localizado en el muelle, con señales locales y al sistema de control distribuido b) Las señales principales para mantener el control del tanque de almacenamiento, serán enviadas al sistema de control distribuido (SCD), c) Todos los instrumentos serán nuevos d) Integrar en el tanque de almacenamiento, un indicador de nivel tipo palpador, el cual tendrá señal local y a SCD. e) Sustituir los calentadores actuales por cambiadores de calor tipo tubos y coraza.	D	163 a 164

2.4.6. Diagrama de Tubería e Instrumentación, Sección de Llenaderas de Amoniaco.

Dibujo:	Se tiene:	Dibujo con cambios:	Principales cambios a implementar:	Ane-xo	Pág.
DTI-102	a) Se indica el total de llenaderas consideradas para el diseño de la terminal b) El manejo de llenaderas es en forma manual c) Un solo medidor para todo el sistema de llenado	DTI-112	a) Eliminar las llenaderas de carrostanque, dejando cuatro debido a que se contempla utilizar en algunas ocasiones este servicio b) Automatizar las llenaderas de autotankers, pues todo quedara indicado en el SCD, ya que se tomaran las señales de las llenaderas hacia ese punto c) Cada llenadera tendrá su propio medidor de flujo	D	165 a 166

2.4.7. Diagrama de Tubería e Instrumentación, Sección de Compresión de Amoniaco.

Dibujo:	Se tiene:	Dibujo con cambios:	Principales cambios a implementar:	Ane-xo	Pág.
DTI-203	a) Se indica dentro del dibujo los tres compresores. b) Dentro del mismo dibujo se indican los compresores y la sección del equipo de refrigeración.	DTI-213 DTI-214	a) Se genera un DTI para los dos compresores de llenado y los dos de refrigeración, los cuales son indicados como "paquete", por lo que la instrumentación y señalización, es responsabilidad del proveedor. Esto se vera reflejado en la ingeniería de detalle, lo que queda fuera del alcance de este trabajo. b) Se implementa un sistema de válvulas operadas por motor eléctrico. c) El DTI-214, corresponde a la sección de equipo del equipo común del ciclo de refrigeración y llenado, indicándose el cambio de los instrumentos presentes en estos equipos.	D	167 a 169

2.5. DIAGRAMAS DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES, (DTI's)

2.5.1. Diagrama de Tubería e Instrumentación de Aire de instrumentos, de Planta y de Arranque.

Dibujo:	Se tiene:	Dibujo con cambios:	Principales cambios a implementar:	Ane-xo	Pág.
DTI-301	a) Se indica dentro del mismo dibujo, la sección de aire de instrumentos y de planta	DTI-311 DTI-312	a) Separar la sección de aire de instrumentos, respecto a la de aire de planta b) Envío de señales de temperatura y presión al SCD. c) Dar mantenimiento a los paquetes de compresión de aire, tanto de instrumentos como de planta	D	170 a 172

2.5.2. Diagrama de Tubería e Instrumentación, de Agua de Enfriamiento y de Contraincendio.

Dibujo:	Se tiene:	Dibujo con cambios:	Principales cambios a implementar:	Ane-xo	Pág.
DTI-302	a) Se indica dentro del mismo dibujo los servicios de agua de enfriamiento y de contraincendio.	DTI-313 DTI-314	a) El DTI-313, corresponde al servicio de agua de enfriamiento, en el cual se indican los equipos nuevos que requieren el servicio. Dentro del mismo se incluyen señales de temperatura y presión hacia el SCD y un control de nivel de agua en la "tina" de la torre de enfriamiento b) El DTI-314, corresponde al servicio de agua de contraincendio, en éste, no se indican cambios relevantes debido a que los sistemas de contraincendio son considerados parte fundamental dentro de una planta, por lo que los cambios fuertes se deben realizar dentro de un proyecto particular; por lo que aquí sólo se implementan señales de temperatura y presión a SCD.	D	173 a 175

2.5.3. Diagrama de Tubería e Instrumentación, sistema de calentamiento de Amoniaco y LPG hacia llenaderas.

Dibujo:	Se tiene:	Dibujo con cambios:	Principales cambios a implementar:	Ane-xo	Pág.
DTI-303	a) Calentadores a fuego directo de los productos hacia llenaderas.	DTI-315	a) Un sistema de calentamiento por medio de intercambiadores, en los cuales se hace pasar por la coraza el aceite de calentamiento y por los tubos de los mismos, los productos (Amoniaco y/o LPG). b) El aceite de calentamiento, se maneja como un paquete, por lo que la instrumentación definitiva será establecida por el proveedor, para lo cual, solo se solicita que se tenga un sistema de interconexión, hacia el SCD.	D	176 a 177

2.5.4. Diagrama de Tubería e Instrumentación, Sistemas de Desfogues, Amoniaco y LPG.

Dibujo:	Se tiene:	Dibujo con cambios:	Principales cambios a implementar:	Ane- xo	Pág.
DTI-316	a) Este diagrama se generó, sobre la base del levantamiento efectuado en su momento, pues no se encontró la información que se utilizó para su construcción en la terminal, en el mismo se indican como se efectúa el desfogue para ambos procesos dentro de la terminal.		a) El tanque TH100A, se toma para reubicarse cercano al área de los calentadores de aceite térmico, para utilizarse como tanque de día, para los mismos.	D	178

2.6. PLANO DE LOCALIZACIÓN GENERAL, (PLG).

Dibujo:	Se tiene:	Dibujo con cambios:	Principales cambios a implementar:	Ane- xo	Pág.
PLG-400	a) Se indica en un solo PLG el área total de la terminal.	PLG-401	a) Se redibuja el PLG-400, en el cual se observan todas las instalaciones de la terminal. b) Se edita el PLG-401, en el cual se observan las instalaciones del área de almacenamiento de ambos productos, tanto de LPG como de Amoniaco, aquí se han señalado, las áreas que serán ocupadas por los cambiadores que sustituirán a los actuales calentadores a fuego directo, así como las áreas que serán habilitadas para instalar los calentadores de aceite térmico y el tanque de almacenamiento de gas de día; también se indican los espacios que se pueden utilizar para los compresores nuevos, tanto de LPG como de Amoniaco.	D	179 a 180

2.7. PLANO DE NOTAS GENERALES LEYENDAS Y SÍMBOLOS.

Dibujo:	Se tiene:	Dibujo con cambios:	Principales cambios a implementar:	Ane- xo	Pág.
DTI-305	a) Este dibujo, se generó como nuevo, fundamentalmente a que en la información recabada en la terminal, no se encontró. b) La importancia que tiene, es la de mostrarnos de una forma rápida y sencilla, la simbología que es utilizada dentro de la elaboración de los DTI's, además del significado de las letras utilizadas dentro de los instrumentos indicados en estos dibujos, también se señalan las notas importantes que afectan a todos los DTI's que son elaborados dentro del proyecto.			D	181

CAPITULO TRES

DESARROLLO DE DOCUMENTOS DE INGENIERIA BASICA CONCEPTUAL PARA LOS SISTEMAS DE LPG Y AMONIACO.

DOCUMENTOS GENERADOS POR PROCESO.

Hojas de especificación de instrumentos.

***Cálculo de flujo de aceite de calentamiento para LPG y
Amoniaco.***

Hoja de datos para cambiadores de calor (preliminar).

Dimensionamiento de líneas.

Chequeo hidráulico.

Cálculo de bombas.

Hoja de datos de bombas (preliminar).

Hojas de datos de válvulas (preliminar).

Cálculo de válvulas de seguridad.

Hoja de datos de válvulas de seguridad.

Lista de líneas.

Balances de masa.

DESARROLLO DE DOCUMENTOS DE INGENIERIA BASICA CONCEPTUAL PARA LOS SISTEMAS DE LPG Y AMONIACO.

3. DOCUMENTOS GENERADOS POR PROCESO.

En este capitulo, solo se consideran como documentos generados, los emitidos por Proceso para la Ingeniería Básica, los que en determinado momento se han de realizar, en función de los cambios generados dentro de los procesos, por ejemplo, si se considero el cambio de alguna válvula de control, que por el tiempo que tiene operando sea necesario reemplazarla, o en este caso en el cual se ha mencionado el cambio del tipo de compresores o la forma de calentamiento de los productos hacia llenaderas.

Por otro lado, cada uno de los cambios posibles, conlleva el efectuar algún cálculo, por lo que también, dentro de este capitulo, se incluirán los métodos de cálculo utilizados.

3.1 HOJAS DE ESPECIFICACIÓN DE INSTRUMENTOS.

3.1.1. *Hojas de especificación de Instrumentos para el Sistema de Calentamiento con Aceite Térmico.*

Este documento se genera en base a los requerimientos del departamento de Instrumentación y Control, debido a que son ellos los que emiten las hojas de datos de Instrumentos, que se encuentran indicados dentro de los DTI's, por lo cual requieren conocer las condiciones a las cuales deberán de trabajar los instrumentos, y poder realizar el cálculo y especificación final de los mismos. Así tenemos que para este trabajo en particular, se generan hojas de especificación de las cuales, a continuación se presenta una de las emitidas para este trabajo.

3.1.2. *Hojas de especificación de Instrumentos para los Procesos de LPG y Amoniaco.*

De la información recabada de la terminal, se pudo recuperar esta, por lo que debido a que los procesos en si, no cambiaron sus condiciones originales, entonces para especificar los instrumentos que se sugiere sustituir por nuevos, solo se toman los datos de estas hojas. Para este trabajo se indicaran los datos de algunos de los mismos, los cuales se presentan a continuación.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"

HOJA DE DATOS
PARA ESPECIFICACION
DE INSTRUMENTOS

CLIENTE:	FES, "ZARAGOZA"	PROYECTO:	1
PLANTA:	CAMPO II	HOJA 1 DE 1	
LOCALIZACION:	IZTAPALAPA, D.F.		

No. DE IDENTIFICACION				PI-600		FE-600		PDSH-600		PI-601		FE-601		PDSH-601	
CONDICIONES DE OPERACION:				NORMAL	MAXIMA	NORMAL	MAXIMA	NORMAL	MAXIMA	NORMAL	MAXIMA	NORMAL	MAXIMA	NORMAL	MAXIMA
FLUIDO:				ACEITE TERMICO		ACEITE TERMICO		ACEITE TERMICO		ACEITE TERMICO		ACEITE TERMICO		ACEITE TERMICO	
FASE:				LIQUIDO (ENT)		LIQUIDO (ENT)		LIQUIDO (ENT)		LIQUIDO (ENT)		LIQUIDO (ENT)		LIQUIDO (ENT)	
FLUJO MANEJADO (Kg/h):				88 873		88 873		88 873		124 608		124 608		124 608	
PRESION DE ENTRADA (Kg/cm ²):				6.83		6.83		3.41		5.91		5.91		5.91	
CAIDA DE PRESION (Kg/cm ²):				0.704		0.704		0.35		0.35		0.35		0.35	
TEMPERATURA DE OPERACION (°C):				93		93		93		93		93		93	
PRESION DE OPERACION (Kg/cm ² man.):				4.0		4.0		4.0		4.0		4.0		4.0	
GRAVEDAD ESPECIFICA:				0.933		0.933		0.933		0.933		0.933		0.933	
DENSIDAD (Kg/m ³):				933.12		933.12		933.12		933.12		933.12		933.12	
PRESION CRITICA (Kg/cm ³):															
PESO MOLECULAR:				367		367		367		367		367		367	
VISCOSIDAD A TEMP. DE OPER. (cp):				1.6983		1.6983		1.6983		1.6983		1.6983		1.6983	
PRES. DE VAP. A TEMP. DE OPER. (Kg/cm ²):				0.00271		0.00271		0.00271		0.00271		0.00271		0.00271	
FACTOR DE COMPRESIBILIDAD:															
Cp/Cv:															
CALOR LATENTE DE VAP. (Kcal/Kg):															
PRESION DE AJUSTE (Kg/cm ²):															
PUNTO DE AJUSTE:															
VAR. PERM. EN PUNTO DE AJUSTE:															
No. DE LINEA:				6"-AT-315120-T1C		6"-AT-315120-T1C		6"-AT-315119-T1C		6"-AT-315123-T1C		6"-AT-315123-T1C		6"-AT-315122-T1C	
NUMERO DE DTI.:				315		315		315		315		315		315	
REVISION:	0	1	2	3	4	5	6	COMENTARIOS:							
FECHA:								PARA EL SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE LPG Y AMONIACO.							
ELABORO:															
APROBO:															



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"

HOJA DE DATOS
PARA ESPECIFICACIÓN
DE INSTRUMENTOS

CLIENTE:	FES, "ZARAGOZA"	PROYECTO:	1
PLANTA:	CAMPO II	HOJA 1 DE 1	
LOCALIZACIÓN:	IZTAPALAPA, D.F.		

No. DE IDENTIFICACION	2PI-2310		2MFM-2000		2TI-2008		2PI-9058		MFM-9630		TI-9100	
CONDICIONES DE OPERACION:	NORMAL	MAXIMA	NORMAL	MAXIMA	NORMAL	MAXIMA	NORMAL	MAXIMA	NORMAL	MAXIMA	NORMAL	MAXIMA
FLUIDO:	AMONIACO		AMONIACO		AMONIACO		LPG		LPG		LPG	
FASE:	LIQUIDO (ENT)		LIQUIDO (ENT)		LIQUIDO (ENT)		LIQUIDO (ENT)		LIQUIDO (ENT)		LIQUIDO (ENT)	
FLUJO MANEJADO (Kg/h):	125 000		625 000		626 000		125 000		125 000		125 000	
PRESION DE ENTRADA (Kg/cm ²):	1.03		11.03		11.03		1.03		11.03		11.03	
CAIDA DE PRESION (Kg/cm ²):	0.704		0.704		0.704		0.704		0.704		0.704	
TEMPERATURA DE OPERACION (°C):	-33.3		-33.3		-33.3		-46.7		-46.7		-46.7	
PRESION DE OPERACION (Kg/cm ² man.):	1.03		11.03		11.03		1.03		11.03		11.03	
GRAVEDAD ESPECIFICA:	0.6739		0.6739		0.6739		0.0219		0.0219		0.0219	
DENSIDAD (Kg/m ³):	673.9		673.9		673.9		21.948		21.948		21.948	
PRESION CRITICA (Kg/cm ²):												
PESO MOLECULAR:	17.03		17.03		17.03		42.88		42.08		42.08	
VISCOSIDAD A TEMP. DE OPER. (cp):	0.2462		0.2462		0.2462		0.1839		0.1839		0.1838	
PRES. DE VAP. A TEMP. DE OPER. (Kg/cm ²):	1.036		11.03		11.03		1.03		11.03		11.03	
FACTOR DE COMPRESIBILIDAD:												
Cp/Cv:												
CALOR LATENTE DE VAP. (Kcal/Kg):												
PRESION DE AJUSTE (Kg/cm ²):												
PUNTO DE AJUSTE:												
VAR. PERM. EN PUNTO DE AJUSTE:												
No. DE LINEA:	2501-10"-C21		2521-12"-C21		2521-12"-C21		9007-6"-C19		9001-12"-C19		9002-12"-C19	
NUMERO DE DTI.:	211		211		211		901		901		901	

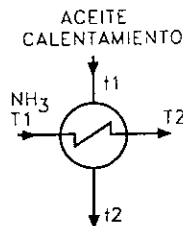
REVISION:	0	1	2	3	4	5	6	COMENTARIOS:
FECHA:								
ELABORO:								
APROBO:								

3.2 ACEITE DE CALENTAMIENTO PARA AMONIACO Y LPG.

3.2.1. Cálculo de flujo de aceite de calentamiento para Amoníaco.

En este caso es necesario establecer cual es la cantidad requerida de aceite de calentamiento para calentar el Amoníaco que será enviado al área de llenaderas, debido a como se menciona en el capítulo anterior, se considera cambiar el método actual de calentamiento, de un sistema con calentadores a fuego directo, por un sistema de calentamiento indirecto; en este caso, un circuito de aceite de calentamiento.

Aceite Térmico para calentamiento de Amoníaco hacia llenaderas.



Datos:

$$\begin{aligned}G_{m_{NH_3}} &= 125\,000 \text{ Kg./h.} \\C_{p_{NH_3}} &= 1.0636 \text{ Kcal/Kg. } ^\circ\text{C} \\T_1 &= -33.3 \text{ } ^\circ\text{C.} \\T_2 &= 4.44 \text{ } ^\circ\text{C.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}G_{m_{AT}} &= ? \text{ Kg/h.} \\C_{p_{AT}} &= 0.4657 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C} \\t_1 &= 93.3 \text{ } ^\circ\text{C.} \\t_2 &= 8.0 \text{ } ^\circ\text{C.}\end{aligned}$$

Gm = Gasto másico.

Cp = Calor específico

t₁ = Temperatura de entrada

t₂ = Temperatura de salida

Partiendo de la expresión general de balance de calor, se tiene:

$$Q = Gm * Cp * \Delta T$$

Sabiendo que $Q_1 = Q_2$, además despejando la variable desconocida, tenemos:

$$G_{m_{AT}} = ((G_{m_{NH_3}}) * (C_{p_{NH_3}}) * (\Delta T \text{ } ^\circ\text{C})) / ((C_{p_{AT}}) * (\Delta T))$$

$$G_{m_{AT}} = ((125\,000 \text{ Kg/h.}) * (1.0636 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C}) * (37.3 \text{ } ^\circ\text{C})) / ((0.4657 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C}) * (85.3 \text{ } ^\circ\text{C}))$$

$$G_{m_{AT}} = 124\,608 \text{ Kg/h.}$$

Por otro lado, también podemos calcular la cantidad de calor intercambiado, de acuerdo a los requerimientos del Amoniaco, con lo que se tiene:

$$Q = Gm \cdot Cp \cdot \Delta T$$

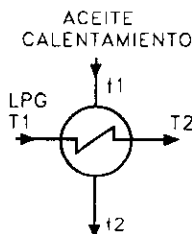
$$Q = (125\,000 \text{ Kg./h.}) \cdot (1.0636 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C}) \cdot (37.3 ^\circ\text{C})$$

$$Q = 4.959 \times 10^6 \text{ Kcal/h.}$$

3.2.2. *Calculo de flujo de aceite de calentamiento para LPG.*

Al igual que en el punto anterior, se hace necesario calcular la cantidad requerida de aceite de calentamiento, para tener el producto a las condiciones que se requieren en llenaderas y al igual que el caso anterior, se debe hacer la misma consideración, además, para ambos casos, los circuitos están interconectados, teniendo un equipo común de relevo.

Aceite Térmico para calentamiento de LPG hacia llenaderas.



Datos:

$$Gm_{LPG} = 125\,000 \text{ Kg./h.}$$

$$Cp_{LPG} = 0.5213 \text{ Kcal/Kg. } ^\circ\text{C}$$

$$T_1 = -46.7 ^\circ\text{C.}$$

$$T_2 = 4.44 ^\circ\text{C.}$$

$$Gm_{AT} = ? \text{ Kg./h.}$$

$$Cp_{AT} = 0.4657 \text{ Kcal/Kg. } ^\circ\text{C}$$

$$t_1 = 93.3 ^\circ\text{C.}$$

$$t_2 = 8.0 ^\circ\text{C.}$$

Gm = Gasto másico.

Cp = Calor específico

t_1 = Temperatura de entrada

t_2 = Temperatura de salida

Partiendo de la expresión general de balance de calor, se tiene:

$$Q = Gm \cdot Cp \cdot \Delta T$$

Sabiendo que $Q_1 = Q_2$, además despejando la variable desconocida, tenemos:

$$Gm_{AT} = ((Gm_{LPG}) * (Cp_{LPG}) * (\Delta T_{\text{°C}})) / ((Cp_{AT}) * (\Delta T))$$

$$Gm_{AT} = ((125\,000 \text{ Kg/h.}) * (0.5213 \text{ Kcal/Kg. °C}) * (51.14 \text{ °C})) / ((0.4657 \text{ Kcal/Kg. °C}) * (85.3 \text{ °C}))$$

$$Gm_{AT} = 88\,873 \text{ Kg/h.}$$

En este caso, también podemos calcular la cantidad de calor intercambiado, de acuerdo a los requerimientos del LPG, con lo que se tiene:

$$Q = Gm * Cp * \Delta T$$

$$Q = (125\,000 \text{ Kg/h.}) * (0.5213 \text{ Kcal/Kg. °C}) * (51.14 \text{ °C})$$

$$Q = 3.332 \times 10^6 \text{ Kcal/h.}$$

3.3 HOJA DE DATOS DE CAMBIADORES DE CALOR (PRELIMINAR).

3.3.1. Hojas de datos de cambiadores de calor para el Sistema de Calentamiento con Aceite Térmico.

De acuerdo a los requerimientos de este equipo y conforme al punto anterior, se generan las hojas de datos de cambiadores de calor para circuito de Aceite Térmico, tanto para calentamiento de Amoniaco a llenaderas, como para calentamiento de LPG a llenaderas, las mismas son presentadas a continuación. Estas hojas de datos, son preliminares debido a que es el Departamento de Cambiadores de calor es quien se encarga de elaborar la hoja de datos definitiva.

[illegible]

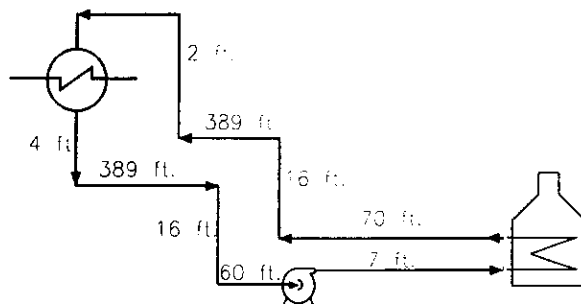
[illegible]

3.4 DIMENSIONAMIENTO DE LÍNEAS.

3.4.1. Dimensionamiento de líneas para el Sistema de Calentamiento con Aceite Térmico.

El dimensionamiento de líneas, es uno de los puntos más importantes dentro del desarrollo de la Ingeniería Básica, debido fundamentalmente, a que es por estas líneas, donde se transportaran, tanto los fluidos de proceso, así como los de los servicios requeridos por los mismos. En este caso a continuación, se presenta la forma en que se efectuó el cálculo de las líneas o tuberías para el Sistema de Calentamiento con Aceite Térmico, de los productos LPG y Amoniaco enviados a llenaderas.

Aceite Térmico para calentamiento de LPG hacia llenaderas.



Datos:

$Q_v = 419.39 \text{ GPM.} = 1.121 \text{ ft}^3/\text{seg.}$

$\delta = 58.193 \text{ lb/ft}^3$

$\mu = 24.3087 \text{ cp.}$

Q_v = Flujo volumétrico

δ = Densidad

μ = Viscosidad

$\varnothing$ = Diámetro

Sabiendo que $Q = \text{vel.} \times \text{área}$

$\text{área} = 0.785 \times \varnothing^2$.

$$\varnothing_{\text{succión}} = (Q_v / ((0.785) * (\text{Vel.})))^{1/2}$$

Criterio de cálculo de la línea: succión de bomba.

Velocidad recomendada para dimensionamiento de líneas en succión de bombas para líquidos con $\mu > 10 \text{ cp.}$

Vel. $1.5 \approx 2.5 \text{ ft/seg.}$

$$\varnothing_{\text{succión}} = (1.121 \text{ ft}^3 / ((0.785) * (2 \text{ ft/seg.})))^{1/2} = 0.845 \text{ ft} \approx 10.13 \text{ in.}$$

Criterio de cálculo de la línea: descarga de la bomba.

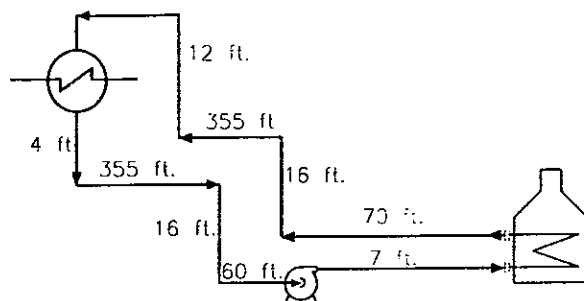
Velocidad recomendada para dimensionamiento de líneas en descarga de bombas para líquidos con $\mu > 10$ cp.

$$\text{Vel. } 5 \approx 8 \text{ ft/seg.}$$

Utilizando la misma ecuación que para el calculo de la succión, se tiene.

$$\varnothing_{\text{descarga}} = (1.121 \text{ ft}^3 / ((0.785) * (6 \text{ ft/seg.}))^{1/2} = 0.487 \text{ ft} \approx 6.0 \text{ in.}$$

Aceite Térmico para calentamiento de Amoniaco hacia llenaderas.



Datos:

$$Q_v = 588.03 \text{ GPM.} = 1.572 \text{ ft}^3/\text{seg.}$$

$$\delta = 58.193 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu = 24.3087 \text{ cp.}$$

Q_v = Flujo volumétrico

δ = Densidad

μ = Viscosidad

$\varnothing$ = Diámetro

Sabiendo que $Q = \text{vel.} \times \text{área}$

$$\text{área} = 0.785 \times \varnothing^2.$$

$$\varnothing_{\text{succión}} = (Q_v / ((0.785) * (\text{Vel.})))^{1/2}$$

Criterio de cálculo de la línea: succión de bomba.

Velocidad recomendada para dimensionamiento de líneas en succión de bombas para líquidos con $\mu > 10$ cp.

$$\text{Vel. } 1.5 \approx 2.5 \text{ ft/seg.}$$

∴

$$\varnothing_{\text{succión}} = (1.572 \text{ ft}^3 / ((0.785) * (2 \text{ ft/seg.})))^{1/2} = 1.001 \text{ ft} \approx 12.01 \text{ in.}$$

Velocidad recomendada para dimensionamiento de líneas en descarga de bombas para líquidos con $\mu > 10$ cp.

$$\text{Vel. } 5 \approx 8 \text{ ft/seg.}$$

Utilizando la misma ecuación que para el cálculo de la succión, se tiene.

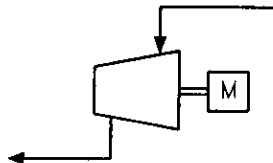
$$\phi_{\text{descarga}} = (1.572 \text{ ft}^3 / ((0.785) * (6 \text{ ft/seg.})))^{1/2} = 0.567 \text{ ft} \approx 6.7 \text{ in.}$$

3.5 CHEQUEO HIDRÁULICO.

3.5.1. Chequeo hidráulico, de las líneas de transporte de los productos LPG y Amoniaco.

El chequeo hidráulico es realizado fundamentalmente, cuando se conocen los diámetros de las líneas de transporte de productos y/o es necesario por requerimientos para la adecuación, incluir un equipo nuevo, o cambiar uno existente por uno nuevo, con esto se establece si las líneas existentes tienen la capacidad suficiente para transportar por las mismas y con seguridad, los fluidos de los procesos. De acuerdo con esto, a continuación se presentan algunos de los cálculos efectuados para este trabajo.

Cálculo de las líneas de succión y descarga para los compresores de LPG.



Datos:

$$q_h = 175\,917 \text{ ft}^3/\text{h.}$$

$$P_1 = 14.7 \text{ lb/in}^2$$

$$P_2 = 14.6 \text{ lb/in}^2$$

$$T = 540.6^\circ \text{ R.}$$

$$L = 40 \text{ ft} = 0.00757 \text{ millas}$$

$$\text{SpGr} = 1.468$$

q_h = flujo volumétrico, gas

P_1 = Presión a la entrada de la línea

P_2 = Presión al final de la línea

T = Temperatura del fluido

L = Longitud de la línea

SpGr = Gravedad específica

Utilizando la fórmula de Waymouth.

$$q_h = 28.0 d^{2.667} (((P_1^2 - P_2^2) / (\text{SpGr} * L) (520 / T)))^{1/2}$$

Despejando "d" se tiene:

$$d = (qh / ((28.0) (((P_1^2 - P_2^2) / (SpGr * L) (520 / T))))^{1/2})^{1/2.667}$$

Sustituyendo:

$$d = (246890.3 / ((28.0) (((14.7^2 - 14.6^2) / (1.468 * 0.00757) (520 / 540.6))))^{1/2})^{1/2.667}$$

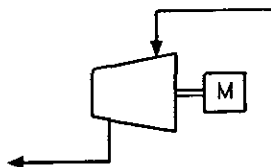
$$d = 10.6805 \text{ in. (diámetro de succión)}$$

Cálculo de diámetro de descarga

$$d = (246890.3 / ((28.0) (((235.6^2 - 234^2) / (1.468 * 0.013257) (520 / 565))))^{1/2})^{1/2.667}$$

$$d = 6.22 \text{ in. (diámetro de descarga)}$$

Cálculo de las líneas de succión y descarga para los compresores de Amoniaco.



Datos:

$$qh = 259413.2 \text{ ft}^3/\text{h.}$$

$$P_1 = 14.7 \text{ lb/in}^2$$

$$P_2 = 14.6 \text{ lb/in}^2$$

$$T = 432^\circ \text{ R.}$$

$$L = 40 \text{ ft} = 0.00757 \text{ millas}$$

$$SpGr = 0.674$$

qh = flujo volumétrico, gas

P₁ = Presión a la entrada de la línea

P₂ = Presión al final de la línea

T = Temperatura del fluido

L = Longitud de la línea

SpGr = Gravedad específica

Utilizando la fórmula de Waymouth.

$$qh = 28.0 d^{2.667} (((P_1^2 - P_2^2) / (SpGr * L) (520 / T)))^{1/2}$$

Despejando "d" se tiene:

$$d = (qh / ((28.0) (((P_1^2 - P_2^2) / (SpGr * L) (520 / T))))^{1/2})^{1/2.667}$$

Sustituyendo:

$$d = (259413.2 / ((28.0) (((14.7^2 - 14.6^2) / (0.674 * 0.00757) (520 / 432))))^{1/2})^{1/2.667}$$

$$d = 9.0159 \text{ in. (diámetro de succión)}$$

Cálculo de diámetro de descarga

$$d = (259\,413.2 / ((28.0) (((60.7^2 - 59.7^2) / (0.0811 * 0.00946) (520 / 605)))^{1/2}))^{1/2.667}$$

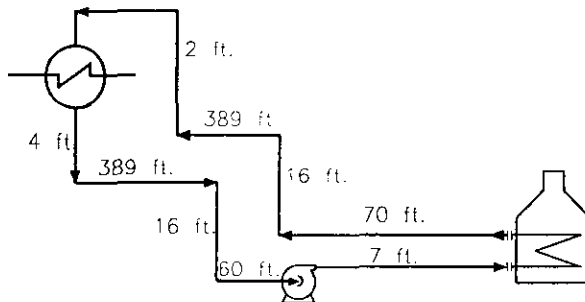
$$d = 3.355 \text{ in. (diámetro de descarga)}$$

3.6 CÁLCULO DE BOMBAS.

3.6.1. Cálculo de Bombas para el Sistema de Calentamiento con Aceite Térmico.

Fundamentalmente, en este trabajo, el cálculo de bombas se realizó para el caso del Aceite Térmico a utilizarse para calentar los productos (LPG y Amoniaco) que serán enviados a llenaderas; por lo que a continuación se presentan los cálculos, para las mismas.

Aceite Térmico para calentamiento de LPG hacia llenaderas.



Datos:

$$Q_v = 419.39 \text{ GPM.} = 1.121 \text{ ft}^3/\text{seg.}$$

$$\delta = 58.193 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu = 24.3087 \text{ cp.}$$

Q_v = Flujo volumétrico

δ = Densidad

μ = Viscosidad

Cálculo de ΔP_T .

$$P_{\text{DESCARGA}} = P_{\text{EA-1A}} + \Delta P_{\text{EQUIPOS}} + \Delta P_{\text{ALTURA}}$$

$$P_{\text{SUCCION}} = P_{\text{EA-1A}} + \Delta P_{\text{EQUIPOS}} + \Delta P_{\text{ALTURA}}$$

$$\Delta P = P_{\text{DESCARGA}} - P_{\text{SUCCION.}}$$

Cálculo de P_{DESCARGA}

$$P_{\text{EA-1A}} = \text{Presión requerida de llegada al cambiador: } 58 \text{ lb/in}^2$$

$\Delta P_{\text{EQUIPOS}} =$ Se considera una caída de presión por equipo: 10 lb/in²

$$\Delta P_{\text{ALTURA}} = ((L) \cdot (\delta)) / 144$$

$$P_{\text{DESCARGA}} = 58 \text{ lb/in}^2 + 11.315 \text{ lb/in}^2 + 20 \text{ lb/in}^2 = 89.315 \text{ lb/in}^2$$

Cálculo de P_{SUCCION}

$$P_{\text{SUCCION}} = 58 \text{ lb/in}^2 - 10 \text{ lb/in}^2 - 8.082 \text{ lb/in}^2 = 39.918 \text{ lb/in}^2$$

$$\Delta P = 89.315 \text{ lb/in}^2 - 39.918 \text{ lb/in}^2 = 49.397 \text{ lb/in}^2$$

Cálculo de Potencia de la Bomba.

$$HP = ((Gv) \cdot (\Delta P)) / 1714$$

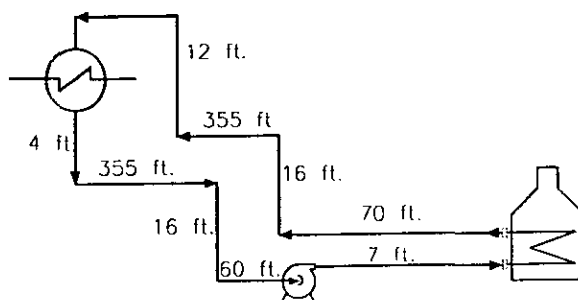
$$HP = ((419.39) \cdot (49.397)) / 1714 = 12.08 \text{ HP}$$

Considerando una η del 60%, se tiene:

$$BHP = HP / \eta$$

$$BHP = 12.08 / 0.6 = 20.14 \text{ HP.}$$

Aceite Térmico para calentamiento de Amoniaco hacia llenaderas.



Datos:

$$Q_v = 588.03 \text{ GPM.} = 1.572 \text{ ft}^3/\text{seg.}$$

$$\delta = 58.193 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu = 24.3087 \text{ cp.}$$

Q_v = Flujo volumétrico

δ = Densidad

μ = Viscosidad

Cálculo de ΔP_T .

$$P_{\text{DESCARGA}} = P_{\text{EA-2A}} + \Delta P_{\text{EQUIPOS}} + \Delta P_{\text{ALTURA}}$$

$$P_{\text{SUCCION}} = P_{\text{EA-2A}} + \Delta P_{\text{EQUIPOS}} + \Delta P_{\text{ALTURA}}$$

$$\Delta P = P_{\text{DESCARGA}} - P_{\text{SUCCION}}$$

Cálculo de P_{DESCARGA}

$$P_{\text{EA-2A}} = \text{Presión requerida de llegada al cambiador: } 58 \text{ lb/in}^2$$

$$\Delta P_{\text{EQUIPOS}} = \text{Se considera una caída de presión por equipo: } 10 \text{ lb/in}^2$$

$$\Delta P_{\text{ALTURA}} = ((L) \cdot (\delta)) / 144$$

$$P_{\text{DESCARGA}} = 58 \text{ lb/in}^2 + 11.315 \text{ lb/in}^2 + 20 \text{ lb/in}^2 = 89.315 \text{ lb/in}^2$$

Cálculo de P_{SUCCION}

$$P_{\text{SUCCION}} = 58 \text{ lb/in}^2 - 10 \text{ lb/in}^2 - 8.082 \text{ lb/in}^2 = 39.918 \text{ lb/in}^2$$

$$\Delta P = 89.315 \text{ lb/in}^2 - 39.918 \text{ lb/in}^2 = 49.397 \text{ lb/in}^2$$

Cálculo de Potencia de la Bomba.

$$\text{HP} = ((Gv) \cdot (\Delta P)) / 1714$$

$$\text{HP} = ((588.03) \cdot (49.397)) / 1714 = 16.9 \text{ HP}$$

Considerando una η del 60%, se tiene:

$$\text{BHP} = \text{HP} / \eta$$

$$\text{BHP} = 16.9 / 0.6 = 28.24 \text{ HP.}$$

3.7 HOJA DE DATOS DE BOMBAS (PRELIMINAR).

3.7.1. Hojas de datos de Bombas para el Sistema de Calentamiento con Aceite Térmico.

De acuerdo a los requerimientos de equipo de bombeo, y conforme al punto anterior se generan únicamente hojas de datos de bombas para el Aceite Térmico, las mismas son presentadas a continuación. Estas hojas de datos, son preliminares debido a que es el Departamento de Mecánica, quien se encarga de elaborar la hoja de datos definitiva.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"
HOJA DE DATOS DE BOMBAS CENTRÍFUGAS

CTO. REQ. 1

HOJA 1 DE 1

CLIENTE: FES "ZARAGOZA" PLANTA: CAMPO II LOCALIZACION: IZTAPALAPA, D.F. SERVICIO: ACEIT. TERM. P/LPG. CLAVE DE EQUIPO: GA-3 PARTIDA: CANT. REQUERIDA: USO REGULAR: UNA ACCIONADOR: MOTOR REPUESTO: UNO ACCIONADOR: MOTOR FECHA:		CONDICIONES DE OPERACION	LIQUIDO: ACEITE TERMICO TEMPERATURA DE BOMBEO, °F: 199.5 GRAVEDAD ESPECIFICA: 0.933 PRESION DE VAPOR, PSIA.: 0.0385 VISCOSIDAD CP.: 24.3087 CORR. / EROS.: USGPM NORM / DISEÑO: 419.39 PRESION DE DESC., PSIG.: 89.315 P. SUCCION, PSIG.: 49.397 PRESION DIF. PSI.: 39.918 CARGA DIF., PIES: 113 NPSH DISP., PIES: 18.875 HP HIDRAULICOS: 20.14			
FABRICANTE			BASE	ALTERNATIVA		
FUNCIONAMIENTO	TAMAÑO Y TIPO:		(F)			
	CURVA PROPUESTA:		(F)			
	NPSH REQ. (PIES DE AGUA) / Nsucc.		(F)			
	No. DE PASOS / RPM		(F)			
	EFICIENCIA A CONDICIONES NOMINALES / BHP:		(F)			
	MAX. BHP DEL IMPULSOR DE DISEÑO:		(F)			
	MAX. CARGA DEL IMPULSOR DE DISEÑO:		(F)			
	CAUDAL MINIMO CONTINUO ESTABLE (GPM)		(F)			
CONSTRUCCION	CARCAZA: MONTAJE:		(F)			
	CORTE:		(F)			
	IMPULSOR: MONTAJE:		(F)			
	TIPO / Ø DE DISEÑO / Ø MAXIMO		(F)			
	CHUMACERAS: RADIAL / EMPUJE		(F)			
	SELLO MECANICO: CODIGO API / FABRICANTE		(F)			
	PLAN API 610: LUBRICACION / ENFRIAMIENTO		(F)			
	COUPLE / GUARDACOPLE		(F)			
	MATERIALES: CLASE API		(F)			
	BOQUILLAS: SUCCION: Ø / CLASE ANSI / POSICION		10"/			
DESCARGA: Ø / CLASE ANSI / POSICION		6"/				
PRES. MAX. PERM A °F / PRUEBA HIDROSTATICA (PSIG)		(F)				
MOTOR ELECT.	FABRICANTE / PROTECCION DE LA CARCAZA		(F)			
	HP / RPM		(F)			
	VOLTZ / FASES / HERTZ		(F)			
	CHUMACERAS / LUBRICACION		(F)			
TURBINA VAPOR	FABRICANTE / MODELO / GOBERNADOR		X			
	POTENCIA DE SELECCION PARA RPM					
	CONSUMO DE VAPOR (lb / HP-HR)					
	MATERIAL CARCAZA / PARTES INTERNAS					
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO E HIDROSTATICA / NPSH		(F)				
PESO: BOMBA + BASE + MOTOR / BOMBA + BASE + TURBINA (Kg)						
BASE API 610 No.		ULTIMA EDICION				
NOTAS:		REVISION:	0	1	2	3
a) SE APLICARA LA PRACTICA DE INGENIERIA CORRESPONDIENTE		FECHA:				
b) LA INFORMACION FALTANTE DEBE SER SUMINISTRADA POR EL PROVEEDOR.		ELABORO:				
c) PARA SERVICIOS AUX. DE ELECTRICIDAD Y/O VAPOR, VER LOS REQUISITOS ESPECIFICOS DE LA PRACTICA DE INGENIERIA		APROBO:				
d) (F) INDICA INFORMACION PROPORCIONADA POR EL FABRICANTE						



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"
HOJA DE DATOS DE BOMBAS CENTRIFUGAS

CTO. REQ.: 1
HOJA 1 DE 1

CLIENTE:	FES "ZARAGOZA"	
PLANTA:	CAMPO II	
LOCALIZACION:	IZTAPALAPA, D.F.	
SERVICIO:	ACEIT. TERM. P/NH3	
CLAVE DE EQUIPO:	GA-1/2	
PARTIDA:	CANT. REQUERIDA:	
USO REGULAR:	UNA	ACCIONADOR: MOTOR
REPUESTO:	UNO	ACCIONADOR: MOTOR
FECHA:		

CONDICIONES DE OPERACION	LIQUIDO:	ACEITE TERMICO
	TEMPERATURA DE BOMBEO, °F:	199.5
	GRAVEDAD ESPECIFICA:	0.933
	PRESION DE VAPOR, PSIA:	0.0386
	VISCOSIDAD CP.:	24.3087
	CORR. / EROS.:	
	USGPM NORM. / DISEÑO:	588.03
	PRESION DE DESC., PSIG.:	89.315
	P. SUCCION, PSIG.:	39.918
	PRESION DIF. PSI.:	49.397
CARGA DIF., PIES:	121	
NPSH DISP., PIES:	19.03	
HP HIDRAULICOS:	28.24	

FABRICANTE		BASE	ALTERNATIVA
FUNCIONAMIENTO	TAMAÑO Y TIPO:	(F)	
	CURVA PROPUESTA:	(F)	
	NPSH REQ. (PIES DE AGUA) /Nsucc.	(F)	
	No. DE PASOS / RPM	(F)	
	EFICIENCIA A CONDICIONES NOMINALES / BHP:	(F)	
	MAX. BHP DEL IMPULSOR DE DISEÑO:	(F)	
	MAX. CARGA DEL IMPULSOR DE DISEÑO:	(F)	
CAUDAL MINIMO CONTINUO ESTABLE (GPM)		(F)	
CONSTRUCCION	CARCAZA:	MONTAJE: (F)	
		CORTE: (F)	
	IMPULSOR:	MONTAJE: (F)	
		TIPO / Ø DE DISEÑO / Ø MAXIMO (F)	
	CHUMACERAS:	RADIAL / EMPUJE (F)	
	SELLO MECANICO:	CODIGO API / FABRICANTE (F)	
	PLAN API 610:	LUBRICACION / ENFRIAMIENTO (F)	
	COUPLE / GUARDACOPLE	(F)	
	MATERIALES:	CLASE API (F)	
	BOQUILLAS:	SUCCION: Ø / CLASE ANSI / POSICION 12"/	
	DESCARGA: Ø / CLASE ANSI / POSICION 6"/		
PRES. MAX. PERM A °F / PRUEBA HIDROSTATICA (PSIG)		(F)	
MOTOR ELECT.	FABRICANTE / PROTECCION DE LA CARCAZA	(F)	
	HP / RPM	(F)	
	VOLTZ / FASES / HERTZ	(F)	
	CHUMACERAS / LUBRICACION	(F)	
TURBINA VAPOR	FABRICANTE / MODELO / GOBERNADOR		
	POTENCIA DE SELECCION PARA RPM		
	CONSUMO DE VAPOR (lb / HP-HR)		
	MATERIAL CARCAZA / PARTES INTERNAS		
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO E HIDROSTATICA / NPSH		(F)	
PESO: BOMBA + BASE + MOTOR / BOMBA + BASE + TURBINA (Kg)			
BASE API 610 No.		ULTIMA EDICION	

NOTAS:

- SE APLICARA LA PRACTICA DE INGENIERIA CORRESPONDIENTE
- LA INFORMACION FALTANTE DEBE SER SUMINISTRADA POR EL PROVEEDOR.
- PARA SERVICIOS AUX. DE ELECTRICIDAD Y/O VAPOR, VER LOS REQUISITOS ESPECIFICOS DE LA PRACTICA DE INGENIERIA
- (F) INDICA INFORMACION PROPORCIONADA POR EL FABRICANTE

REVISION:	0	1	2	3
FECHA:				
ELABORO:				
APROBO:				

3.8. CÁLCULO DE VÁLVULAS DE CONTROL.

3.8.1. Cálculo de Válvulas de Control para el Sistema de Calentamiento con Aceite Térmico.

Este documento se genera en base a los requerimientos del departamento de Instrumentación y Control, debido a que son ellos los que generan las hojas de datos definitivas para las válvulas de control, requiriendo de un cálculo preliminar que les indique las consideraciones generales tomadas en cuenta para el cálculo de las mismas, y que se encuentran indicadas dentro de los DTI's y así poder realizar el cálculo y especificación final de estas. A continuación se presenta la forma de realizar el cálculo.

Cálculo de Válvula de Control de:

Therminol para Amoniaco, TCV-600, 601

Datos:

$Qv_1 = 588.03 \text{ GPM.}$

$Qv_2 = 147.023 \text{ GPM.}$

$\Delta P = 20 \text{ lb/in}^2$

$SpGr. = 0.933$

$Qv_1 =$ Flujo volumétrico máximo

$Qv_2 =$ Flujo volumétrico mínimo

$\Delta P =$ Diferencia de presión.

$SpGr. =$ Gravedad específica

$Cv =$ Capacidad de la válvula

$$Cv = (Qv / (\Delta P / SpGr)^{1/2})$$

$$Cv_1 = (588.03 / (20 / 0.933)^{1/2}) = 127.006$$

$$Cv_2 = (147.023 / (20 / 0.933)^{1/2}) = 31.755$$

Diseño: YS

Clase: 150/600

Lineal

Tamaño de cuerpo: 4"

Diámetro de puerto: 4 3/8"

Carrera: 2"

Cálculo de Válvula de Control de:

Therminol para LPG, TCV-602, 603

Datos:

$$Qv_1 = 419.39 \text{ GPM.}$$

$$Qv_2 = 104.86 \text{ GPM.}$$

$$\Delta P = 20 \text{ lb/in}^2$$

$$SpGr. = 0.933$$

Qv_1 = Flujo volumétrico máximo

Qv_2 = Flujo volumétrico mínimo

ΔP = Diferencia de presión.

$SpGr.$ = Gravedad específica

Cv = Capacidad de la válvula

$$Cv = (Qv / (\Delta P / SpGr) ^{1/2})$$

$$Cv_1 = (419.39 / (20 / 0.933) ^{1/2}) = 90.58$$

$$Cv_2 = (104.86 / (20 / 0.933) ^{1/2}) = 22.65$$

Diseño: YS

Clase: 150/600

Lineal

Tamaño de cuerpo: 4"

Diámetro de puerto: 4 3/8"

Carrera: 2"

3.8.2. Cálculo de Válvulas de Control para los productos LPG y Amoniaco.

De la información obtenida en su momento en la terminal, se localizaron las hojas de datos de las válvulas de ambos procesos, y debido a que los mismos, no cambiaron sus condiciones originales, entonces, para especificar las válvulas que se sugiere sustituir por nuevas, solo se toman los datos, de las hojas de datos de las válvulas. Para este trabajo se indicaran los datos de algunas de las mismas, y por otra parte, se indicara la forma en que realizo el cálculo de las mismas, cuando se construyo la Terminal.

Cálculo de Válvula de Control de temperatura.

TCV-9060 (LPG)

Datos:

$Q_v = 483.35 \text{ GPM.}$

$\Delta P = 20 \text{ lb/in}^2$

$SpGr. = 0.507$

$Q_v =$ Flujo volumétrico.

$\Delta P =$ Diferencia de presión.

$SpGr. =$ Gravedad específica

$C_v =$ Capacidad de la válvula

$$C_v = (Q_v / (\Delta P / SpGr) ^{1/2})$$

$$C_v = (483.35 / (20 / 0.507) ^{1/2}) = 76.957$$

Diseño: ED

Clase: 125-600

Igual %

Tamaño de cuerpo: 3"

Diámetro de puerto: 3 7/16"

Carrera: 1 1/2"

Cálculo de Válvula de Control de temperatura.

TCV-2070 (Amoniaco)

Datos:

$Q_v = 396.12 \text{ GPM.}$

$\Delta P = 20 \text{ lb/in}^2$

$SpGr. = 0.639$

$Q_v =$ Flujo volumétrico.

$\Delta P =$ Diferencia de presión.

$SpGr. =$ Gravedad específica

$C_v =$ Capacidad de la válvula

$$C_v = (Q_v / (\Delta P / SpGr) ^{1/2})$$

$$C_v = (396.12 / (20 / 0.639) ^{1/2}) = 70.8047$$

Diseño: ED
Clase: 125-600
Igual %

Tamaño de cuerpo: 3"
Diámetro de puerto: 3 7/16"
Carrera: 1 1/2"

3.9 HOJAS DE DATOS DE VÁLVULAS DE CONTROL (PRELIMINAR)

3.9.1. Hojas de datos de Válvulas de Control para el Sistema de Calentamiento con Aceite Térmico.

Al igual que en el caso de los instrumentos, este documento se genera en base a los requerimientos del departamento de Instrumentación y Control, debido a que son ellos los que generan las hojas de datos definitivas para las válvulas de control, que se encuentran indicados dentro de los DTI's, por lo cual requieren conocer las condiciones a las cuales deberán de trabajar las mismas, y así poder recalcularlas y especificarlas finalmente. Así tenemos que para este trabajo en específico, se generan las hojas de datos, de las cuales a continuación se presenta una de ellas.

3.9.2. Hojas de datos de Válvulas de Control para los productos LPG y Amoniaco.

De la información recabada de la terminal, se pudo recuperar esta, por lo que debido a que los procesos en si, no cambiaron sus condiciones originales, entonces para especificar los instrumentos que se sugiere sustituir por nuevos, solo se toman los datos de estas hojas. Para este trabajo se indicaran los datos de algunas de las mismas, de las cuales a continuación se presenta una de ellas.



PLANTA:	CAMPO II	REVISIÓN:	0	1	2	3
LOCALIZACIÓN:	IZTAPALAPA, D.F.	FECHA:				
CONTRATO No.:	1	ELABORÓ:				
REQ.:	1	APROBÓ:				

GRAL.	TCV-600		TCV-601					
	ACEITE TERMICO		ACEITE TERMICO					
1	TAG No.:							
2	SERVICIO:		6" AT-315105-T1C		6" AT-315107-T1C			
3	No. DE LINEA/EQUIPO:		6"	40	6"	40		
4	TAMANO LINEA-CEDULA:							
5	TIPO DE CUERPO:		YS		YS			
6	TAM. CUERPO/TAM. PUERTO:		4"	4 3/8"	4"	4 3/8"		
7	GUIAS/Nº. DE PUERTOS:		3		3			
8	TIPO Y RANGO CONEXIONES:		(F)		(F)			
9	MATERIAL CUERPO:		(F)		(F)			
10	MATERIAL EMPAQUES:		(F)		(F)			
11	LUBRIC./VALV. AISLADORA:		(F)		(F)			
12	TIPO DE BONETE:		(F)		(F)			
13	FORMA INTERIORES:		(F)		(F)			
14	MAT'L. ASIENTO/TAPON:		(F)	(F)	(F)	(F)		
15	MAT'L. FLECHA:		(F)		(F)			
16	MAT'L. ASIENTO SUAVE:		(F)		(F)			
17	NIVEL MAX. RUIDO PERMISIBLE:		(F)		(F)			
18								
ACTUADOR	19	TIPO DE ACTUADOR:	(F)		(F)			
	20	CIERRA A/ABRE A:		ABRE		ABRE		
	21	EL FLUJO TIENDE A:						
	22	POSICION EN FALLA:	ABIERTA		ABIERTA			
	23	LOCALIZACION DE VOLANTE:	(F)		(F)			
24								
POSC.	25	FILTRO-REG. MAN. BY-PASS	(F)	(F)	(F)	(F)	(F)	
	26	SEÑAL ENTRADA:	(F)		(F)			
	27	SEÑAL SALIDA:	(F)		(F)			
TRANS.	28	SUMINISTRO DE AIRE:	(F)		(F)			
	29	SEÑAL ENTRADA:	(F)		(F)			
	30	SEÑAL SALIDA:	(F)		(F)			
OPCION	31	VALVULA SOLENOIDE 3 VIAS:	(F)		(F)			
	32	ATENUADOR DE RUIDO:	(F)		(F)			
	33							
COND. DE OPERACION.	34	UNIDADES DE FLUJO:	GPM		GPM			
	35	FLUIDO:	ACEITE TERMICO		ACEITE TERMICO			
	36	FLUJO MIN. FLUJO MAX.:						
	37	FLUJO NORMAL:	588.03		588.03			
	38	PRESION NORMAL MAXIMA:	51.16 psia		51.16 psia			
	39	ΔP. NORMAL ΔP. CIERRE	20 psia		20 psia			
	40	TEMP. NORMAL MAXIMA:	46.4 °F		46.4 °F			
	41	Sp.Gr.: PESO MOLEC.:	0.933	367	0.933	367		
	42	VISCOSIDAD OP. FACTOR "Z":	24.31		24.31			
	43	SOBRECARGAMIENTO % SOLIDOS						
	44	PRESION VAPOR PRESION CRITICA	0.038 psia		0.038 psia			
	45	Cv. CALC. A Q NORM. Cv CALC. A Q MAX.	127 / 30.76		127 / 30.76			
	46	Cv DE LA VALVULA:						
	47	NIVEL DE RUIDO PRED.						
	48	FABRICANTE:						
	49	MODELO:						

NOTAS:

- 1) CUANDO SE MANEJE UN MATERIAL CORROSIVO INDICAR PARTES POR MILLON DE ESTE Y PARA LÍQUIDOS INDICAR SI EXISTEN SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN.
- 2) CUANDO SE MUESTRE LÍQUIDO Y VAPOR AL MISMO TIEMPO ESTO INDICA LAS CONDICIONES DE VAPORIZACIÓN, EXCEPTO SI SE AÑOTA ALGO, ESTAS CONDICIONES SERÁN CORRIENTE ABAJO DE LA VALVULA.
- 3) EN EL CASO DE QUE LA PRESION DE VAPOR SEA IGUAL A LA PRESION DE ENTRADA REPORTAR UNA DIFERENCIA ENTRE LAS DOS DE 0.1 PSI
- 4) (F) INDICA INFORMACION PROPORCIONADA POR EL FABRICANTE



PLANTA:	CAMPO II	REVISIÓN:	0	1	2	3
LOCALIZACIÓN:	IZTAPALAPA, D.F.	FECHA:				
CONTRATO No.:	1	ELABORÓ:				
REQ.:	1	APROBÓ:				

GRAL.	1	TAG No.:	TCV-9060			TCV-2070		
	2	SERVICIO:	LPG			AMONIACO		
	3	No. DE LINEA/EQUIPO:	9012-B"-C19			2527-B"-C21		
	4	TAMAÑO LINEA-CEDULA:	8" 20			8" 20		
CUERPO	5	TIPO DE CUERPO:	ED			ED		
	6	TAM. CUERPO/TAM. PUERTO:	3" 3 7/16"			3" 3 7/16"		
	7	GUÍAS/Nº. DE PUERTOS:	1			1		
	8	TIPO Y RANGO CONEXIONES:	(F)			(F)		
	9	MATERIAL CUERPO:	(F)			(F)		
	10	MATERIAL EMPAQUES:	(F)			(F)		
	11	LUBRIC./VALV. AISLADORA:	(F)			(F)		
	12	TIPO DE BONETE:	(F)			(F)		
	13	FORMA INTERIORES:	(F)			(F)		
	14	MAT'L. ASIENTO/TAPON:	(F) (F)			(F) (F)		
ACTUADOR	15	MAT'L. FLECHA:	(F)			(F)		
	16	MAT'L. ASIENTO SUAVE:	(F)			(F)		
	17	NIVEL MAX. RUIDO PERMISIBLE:	(F)			(F)		
	18							
POSIC.	19	TIPO DE ACTUADOR:	(F)			(F)		
	20	CIERRA A/ABRE A:	ABRE			ABRE		
	21	EL FLUJO TIENDE A:						
	22	POSICION EN FALLA:	ABIERTA			ABIERTA		
TRANS.	23	LOCALIZACION DE VOLANTE:	(F)			(F)		
	24							
	25	FILTRO-REG. MAN. BY-PASS	(F) (F) (F)			(F) (F) (F)		
	26	SEÑAL ENTRADA:	(F)			(F)		
OPCION	27	SEÑAL SALIDA:	(F)			(F)		
	28	SUMINISTRO DE AIRE:	(F)			(F)		
	29	SEÑAL ENTRADA:	(F)			(F)		
	30	SEÑAL SALIDA:	(F)			(F)		
COND. DE OPERACION.	31	VALVULA SOLENOIDE 3 VAS:	(F)			(F)		
	32	ATENUADOR DE RUIDO:	(F)			(F)		
	33							
	34	UNIDADES DE FLUJO:	GPM			GPM		
	35	FLUIDO:	LPG			AMONIACO		
	36	FLUJO MIN. FLUJO MAX.:						
	37	FLUJO NORMAL:	483.35			396.12		
	38	PRESION NORMAL MAXIMA:	347.3 psia			289.2 psia		
	39	ΔP. NORMAL ΔP. CIERRE	20 psia			20 psia		
	40	TEMP. NORMAL MAXIMA:	-52.0 °F			-28.0 °F		
	41	Sp.Gr.: PESO MOLEC.:	0.507 367			0.639 367		
	42	VISCOSIDAD OP. FACTOR "Z":	0.135			0.248		
	43	SOBRECALENTAMIENTO % SOLIDOS						
	44	PRESION VAPOR PRESION CRITICA	15.38 psia			7.244 psia		
	45	Cv. CALC. A Q NORM. Cv CALC. A Q MAX.	76.95			57.033		
	46	Cv DE LA VALVULA:	224.0			224.0		
	47	NIVEL DE RUIDO PRED.						
	48	FABRICANTE:						
	49	MODELO:						

NOTAS:

- 1) CUANDO SE MANEJE UN MATERIAL CORROSIVO INDICAR PARTES POR MILLON DE ESTE Y PARA LIQUIDOS INDICAR SI EXISTEN SOLIDOS EN SUSPENSION.
- 2) CUANDO SE MUESTRE LIQUIDO Y VAPOR AL MISMO TIEMPO ESTO INDICA LAS CONDICIONES DE VAPORIZACION, EXCEPTO SI SE ANOTA ALGO, ESTAS CONDICIONES SERAN CORRIENTE.
- 3) EN EL CASO DE QUE LA PRESION DE VAPOR SEA IGUAL A LA PRESION DE ENTRADA REPORTAR UNA DIFERENCIA ENTRE LAS DOS DE 0.1 PSI.
- 4) (F) INDICA INFORMACION PROPORCIONADA POR EL FABRICANTE.

3.10 CÁLCULO DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD.

3.10.1. Cálculo de Válvulas de Seguridad para el Sistema de Calentamiento con Aceite Térmico.

Este documento se genera por los requerimientos generales de todos los procesos, es decir, es común que se deban proteger a equipos, líneas, instrumentos, etcétera, y la forma de realizar esto, es integrar un instrumento que permita la salida de flujo que maneje, sin afectar el proceso en si.

Entonces es cuando se instalan las válvulas de seguridad, ya sea en las líneas o en los equipos, para protegerlos por cualquiera de las condiciones conocidas. Así, para el Sistema de Calentamiento con Aceite Térmico, se integran algunas de estas válvulas calculadas por expansión térmica, las cuales se indican a continuación la forma de calcularlas

Cálculo de válvula de Seguridad para Sistema de Aceite Térmico.

PSV-001, 002, 003

Datos:

$V_L = 19 \text{ GPM}$

$SpGr. = 0.933$

$P_1 = 127.24 \text{ PSIG}$

$P_2 = 12.72 \text{ PSIG}$

$K_w = 1.00$

$K_p = 0.60$

$K_v = 1.00$

$T = 200^\circ \text{ F}$

$A = \text{Area de orificio requerida (in}^2\text{)}$

$V_L = \text{Capacidad de Líquido requerida (GPM)}$

$SpGr. = \text{Gravedad específica}$

$K_w = \text{coeficiente de descarga para líquidos (0.64)}$

$P_1 = \text{Presión de ajuste.}$

$P_2 = \text{Contrapresión.}$

$K_p = \text{Corrección por capacidad para sobrepresiones}$

$K_v = \text{Factor de corrección por viscosidad}$

$$A = ((V_L) * (SpGr)^{1/2}) / ((27.2) * (K_p) * (K_v) * (K_w) * (P_1 - P_2)^{1/2})$$

Substituyendo

$$A = ((19) * (0.933)^{1/2}) / ((27.2) * (0.6) * (1.0) * (1.0) * (127.24 - 12.72)^{1/2}) = 0.1051 \text{ in}^2$$

Base de selección:

Causa de selección	Expansión Térmica
Area calculada	0.1051 in ²
Area seleccionada	0.110 in ²
Presión de ajuste	127.24 lb/in ²
Modelo	1" D 2"
Tipo	Convencional
Libraje en bridas de válvula	150 # / 150 #

Aquí cabe hacer un comentario, durante la expansión térmica se presenta un aumento del volumen del líquido, causada por un aumento de temperatura, debido a que el líquido está entrampado en un equipo.

Sí el líquido llena por completo el equipo, la tendencia a expandirse se transforma en un enorme aumento de presión ya que el volumen es constante.

Es por lo que para este caso, no es necesario realizar el cálculo de la válvula de seguridad, ya que un ligero desfogue de la presión la hará disminuir enormemente. Por lo que estas válvulas de seguridad normalmente se piden con capacidad nominal y los tamaños que se emplean son de 3/4" X 1" y 1" X 1".

3.10.2. Cálculo de Válvulas de Seguridad para los productos LPG y Amoniaco.

Respecto a la información obtenida en la terminal, se recuperaron las hojas de datos de las válvulas de seguridad de ambos procesos, y debido a que los procesos en si, no cambiaron sus condiciones originales, y la totalidad de las válvulas tenían poco tiempo de haber sido reemplazadas por nuevas, solo se sugirió se les diera mantenimiento preventivo, pero para efectos de este trabajo se indicaran los datos de algunas de las mismas, y por otra parte, se indicara la forma en que se realizó el cálculo de estas cuando se construyó la Terminal.

Cálculo de Válvula de Seguridad para Sistema de LPG.

Válvula de Seguridad para servicio de Líquidos

En este ejemplo se realiza el cálculo para la válvula 2PSV-9009

Datos:

$V_L = 21.56 \text{ GPM.}$
 $SpGr. = 0.463$
 $P_1 = 298.42 \text{ PSIG.}$
 $P_2 = 0 \text{ PSIG.}$
 $K_w = 1$
 $K_p = 0.6$
 $K_v = 0.926$
 $T = 150^\circ \text{ F}$

A = Area de orificio requerida (in²)
 V_L = Capacidad de Líquido requerida (GPM)
 SpGr. = Gravedad específica
 Kw. = coeficiente de descarga para líquidos
 P₁ = Presión de ajuste.
 P₂ = Contrapresión.
 Kp = Corrección por capacidad para sobrepresiones
 Kv = Factor de corrección por viscosidad

$$A = ((V_L) * (SpGr)^{1/2}) / ((38) * (Kw) * ((1.25) * (P_1 - P_2) * (Kp) * (Kv))^{1/2})$$

Substituyendo

$$A = ((21.56) * (0.463)^{1/2}) / ((38) * (1) * ((1.25) * (298.42 - 0))^{1/2} * (0.6) * (0.926))$$

$$A = 0.0693 \text{ in}^2$$

Base de selección:

Causa de selección	Expansión Térmica
Area calculada	0.0693 in ²
Area seleccionada	0.110 in ²
Presión de ajuste	298.42 lb/in ²
Modelo	1" D 2"
Tipo	balanceada
Libraje en bridas de válvula	150 # / 150 #

Para estos casos, por lo general se especifica una válvula de 3/4" – 1"

Válvula de Seguridad para servicio de Gases.

En este ejemplo se realiza el cálculo para la válvula 2PSV-1517

Datos:

W = 44 559.40 lb/h
 SpGr. = 1.415
 P = 298.42 PSIG.
 Kd = 1.0
 Kv = 1.0
 T = 600 °R
 Z = 1
 C = 326
 PM = 42.9

A = Area de orificio requerida (in²)
 W = Capacidad requerida de vapor o gas (lb/h)
 T = Temperatura absoluta de entrada a la válvula (° R)
 Z = Factor de compresibilidad
 C = Constante de flujo de gas o vapor
 Kd = Coeficiente de descarga.
 P = Presión de relevo.
 PM = Peso molecular del vapor o gas
 Kv = Factor de flujo por contrapresión variable.

$$A = ((W) / (C * Kd * P * Kv)) ((T * Z) / PM)^{1/2}$$

Substituyendo

$$A = ((44\,559.4) / (326 * 1 * 298.42 * 1)) ((600 * 1) / 42.9)^{1/2}$$

$$A = 1.713 \text{ in}^2$$

Base de selección:

Causa de selección	Fuego
Area calculada	1.713 in ²
Area seleccionada	1.838 in ²
Presión de ajuste	298.42 lb/in ²
Modelo	3 " K 4 "
Tipo	balanceada
Libraje en bridas de válvula	150 # / 150 #

Cálculo de Válvula de Seguridad para Sistema de Amoniaco.

Válvula de Seguridad para servicio de Líquidos

En este ejemplo se realiza el cálculo para la válvula 2PSV-2002

Datos:

VL = 10.35 GPM.
 SpGr. = 0.682
 P₁ = 250.11 PSIG.
 P₂ = 0 PSIG.
 Kw = 1
 Kp = 0.6
 Kv = 0.75
 T = 120.614 ° F

A = Área de orificio requerida (in^2)
 V_L = Capacidad de Líquido requerida (GPM)
 SpGr. = Gravedad específica
 K_w = coeficiente de descarga para líquidos
 P_1 = Presión de ajuste.
 P_2 = Contrapresión.
 K_p = Corrección por capacidad para sobrepresiones
 K_v = Factor de corrección por viscosidad

$$A = ((V_L) * (\text{SpGr})^{-1/2}) / ((38) * (K_w) * ((1.25) * (P_1 - P_2) * (K_p) * (K_v))^{-1/2})$$

Substituyendo

$$A = ((10.35) * (0.682)^{-1/2}) / ((38) * (1) * ((1.25) * (298.42 - 0))^{-1/2} * (0.6) * (0.750))$$

$$A = 0.0719 \text{ in}^2$$

Base de selección:

Causa de selección	Expansión Térmica
Área calculada	0.0719 in^2
Área seleccionada	0.110 in^2
Presión de ajuste	298.42 lb/in^2
Modelo	1" D 2"
Tipo	convencional
Libraje en bridas de válvula	150 # / 150 #

Para estos casos, por lo general se especifica una válvula de 3/4" – 1"

Válvula de Seguridad para servicio de Gases.

En este ejemplo se realiza el cálculo para la válvula 2PSV-3002

Datos:

$W = 650 \text{ lb/h}$
 $\text{SpGr.} = 0.583$
 $P = 250.11 \text{ PSIG.}$
 $K_d = 1.0$
 $K_v = 1.0$
 $T = 586.86^\circ \text{ R}$
 $Z = 0.01371$
 $C = 348$
 $PM = 17.03$

A = Area de orificio requerida (in²)
 W = Capacidad requerida de vapor o gas (lb/h)
 T = Temperatura absoluta de entrada a la válvula (° R)
 Z = Factor de compresibilidad
 C = Constante de flujo de gas o vapor
 Kd = Coeficiente de descarga.
 P = Presión de relevo.
 PM = Peso molecular del vapor o gas
 Kv = Factor de flujo por contrapresión variable.

$$A = ((W) / (C * Kd * P * Kv)) ((T * Z) / PM)^{1/2}$$

Substituyendo

$$A = ((650) / (348 * 1 * 250.11 * 1)) ((586.86 * 1) / 17.03)^{1/2}$$

$$A = 0.0438 \text{ in}^2$$

Base de selección:

Causa de selección	Fuego
Area calculada	0.0438 in ²
Area seleccionada	0.110 in ²
Presión de ajuste	298.42 lb/in ²
Modelo	1" D 2"
Tipo	balanceada
Libraje en bridas de válvula	150 # / 150 #

3.11 HOJA DE DATOS DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD.

3.11.1. Hojas de datos de Válvulas de Seguridad para el Sistema de Calentamiento con Aceite Térmico.

Este documento se genera en base a los requerimientos de la Ingeniería desarrollada y es uno de los documentos que son generados en forma definitiva por el Departamento de Proceso, Así se tiene que para este trabajo en específico, se generan las siguientes hojas de datos, de las cuales se presenta a continuación una de ellas.

3.11.2. Hojas de datos de Válvulas de Seguridad para los productos LPG y Amoniaco.

Esta es otra de la información que se pudo recuperar y por otro lado, debido a que los procesos en si, no cambiaron sus condiciones originales, y como se menciona en el punto anterior, respecto a que las válvulas fueron cambiadas recientemente, no se hizo necesario el calcular las válvulas de seguridad para los procesos, pero para efectos de este trabajo, se indicara una de las hojas de datos para las mismas.



PLANTA	CAMPO II	REV	0	1	2	3	4
LOCALIZACION	IZTAPALAPA, D.F.	FECHA					
PROYECTO No.	1	POR					
REQ.	1	APR.					

GENERALIDADES		PSV-001		PSV-002		PSV-003	
1	No. IDENTIFICACION	PSV-001		PSV-002		PSV-003	
2	No. DE LINEA O EQUIPO	8"-AT-315124-Y1C		8"-AT-315127-Y1C		8"-AT-315121-Y1C	
3	DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION	315		315		315	
4	TIPO DE DISEÑO	CONVENCIONAL		CONVENCIONAL		CONVENCIONAL	
5	TIPO DE ASIENTO	BOQ. COMP.		BOQ. COMP.		BOQ. COMP.	
6	SEGURIDAD O RELEVO	SEGURIDAD		SEGURIDAD		SEGURIDAD	
7	TIPO DE BONETE	CERRADO		CERRADO		CERRADO	
CONEXIONES							
8	ENTRADA in SALIDA in	3/4"	1"	3/4"	1"	3/4"	1"
9	LIBRAJE BRIDA - ANSI O ROSCADA	300	150	300	150	300	150
10	TIPO DE CARA	RF	RF	RF	RF	RF	RF
MATERIALES							
11	CUERPO BONETE	A.C.	A.C.	A.C.	A.C.	A.C.	A.C.
12	ASIENTO DISCO	A. INOX.	A. INOX.	A. INOX.	A. INOX.	A. INOX.	A. INOX.
13	SELLO ELASTICO DEL ASIENTO						
14	GUÍA ANILLOS	A. INOX.	316/A. INOX. 316	A. INOX.	316/A. INOX. 316	A. INOX.	316/A. INOX. 316
15	RESORTE	A.C.		A.C.		A.C.	
16	FUELLE	A. INOX.		A. INOX.		A. INOX.	
17							
ACCESORIOS							
18	CAPUCHA : ROSCADA O ATORNILLADA	ROSCADA		ROSCADA		ROSCADA	
19	PALANCA : PLANA O EMPACADA	NO		NO		NO	
20	MORDAZA	NO		NO		NO	
21	OTRO						
22							
BASES DE SELECCION							
23	CODIGO	API		API		API	
24	FUEGO						
25	OTRO	EXP. TERM.		EXP. TERM.		EXP. TERM.	
26							
CONDICIONES DE SERVICIO							
27	FLUIDO Y FASE (L=LIQUIDO, V=VAPOR)	LIQUIDO		LIQUIDO		LIQUIDO	
28	CAPACIDAD REQ. (lb/h) (GPM)	19 GPM		19 GPM		19 GPM	
29	PESO MOL O DENS REL. (T. RELEVO)						
30	VISCOSIDAD @ T. RELEVO						
31	PRESION (PSIG) : NORMAL AJUSTE	114.52	127.24	114.52	127.24	114.52	127.24
32	TEMPERATURA (°F) : NORMAL RELEVO	200	240	200	240	200	240
33	CONTRAPRESION CONSTANTE (PSIG.)	12.72		12.72		12.72	
34	CONTRAPRESION DESARROLLADA (PSIG.)						
35	SOBREPRESION (%)	10 %		10 %		10 %	
36	FACTOR DE COMPRESIBILIDAD						
37	K(CP/CV)						
38	PRESION ATMOSFERICA (lb/in ²)	14.7		14.7		14.7	
39							
AREA DE ORIFICIO							
40	CALCULADA (in ²)	0.1051		0.1051		0.1051	
41	SELECCIONADA (in ²)	NOMINAL		NOMINAL		NOMINAL	
42	ORIFICIO	3/4" X 1"		3/4" X 1"		3/4" X 1"	
43	No. MOD. FAB.	(F)		(F)		(F)	

NOTAS :

(F) INFORMACION PROPORCIONADA POR FABRICANTE



PLANTA	CAMPO II	REV	0	1	2	3	4
LOCALIZACION	IZTAPALAPA, D.F.	FECHA					
PROYECTO No.	1	POR					
REQ.	1	APR.					

GENERALIDADES									
1	No. IDENTIFICACION	2PSV-9009		2PSV-1517		2PSV-2002		2PSV-3002	
2	No. DE LINEA O EQUIPO	9015-6"-C19		TH-1085		2530-1 1/2"-C21		3500-24"-C21	
3	DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION	112		116		211		214	
4	TIPO DE DISEÑO	CONVENCIONAL		BALANCEADA		CONVENCIONAL		BALANCEADA	
5	TIPO DE ASIENTO	BOQ. COMP.		BOQ. COMP.		CONVENCIONAL		BOQ. COMP.	
6	SEGURIDAD O RELEVO	SEGURIDAD		RELEVO		SEGURIDAD		RELEVO	
7	TIPO DE BONETE	CERRADO		CERRADO		CERRADO		CERRADO	
CONEXIONES									
8	ENTRADA in SALIDA in	3/4"	1"	3"	4"	1"	1"	1"	2"
9	LIBRAJE BRIDA - ANSI O ROSCADA	150	150	300	150	150	150	150	150
10	TIPO DE CARA	RF	RF	RF	RF	RF	RF	RF	RF
MATERIALES									
11	CUERPO BONETE	A.C.	A.C.	A.C.	A.C.	A.C.	A.C.	A.C.	A.C.
12	ASIENTO DISCO	A. INOX. 304	A. INOX. 304	A. INOX. 304	A. INOX. 304	A. INOX.	A. INOX.	A. INOX.	A. INOX.
13	SELLO ELASTICO DEL ASIENTO								
14	GUÍA ANILLOS								
15	RESORTE	A.C.		A.C.		A.C.		A.C.	
16	FUELLE								
17									
ACCESORIOS									
18	CAPUCHA : ROSCADA O ATORNILLADA								
19	PALANCA : PLANA O EMPACADA	NO		NO		NO		NO	
20	MORDAZA	NO		NO		NO		NO	
21	OTRO								
22									
BASES DE SELECCION									
23	CODIGO	API		API		API		API	
24	FUEGO								
25	OTRO	EXP. TERM.		FUEGO		EXP. TERM.		FUEGO	
26									
CONDICIONES DE SERVICIO									
27	FLUIDO Y FASE (L=LIQUIDO, V=VAPOR)	LPG LIQUIDO		LPG GAS		NH3 LIQUIDO		NH3 GAS	
28	CAPACIDAD REQ. (lb/h) (GPM)	21.56 GPM		6561 SCFM		10.35 GPM		650 lb/h	
29	PESO MOL O DENS REL. T. RELEVO	0.463 (SpGr)		1.415 (SpGr)		0.682 (SpGr)		0.588 (SpGr)	
30	VISCOSIDAD @ T. RELEVO								
31	PRESION (PSIG) : NORMAL AJUSTE	1.4	298.42	244.42	298.42	28.42	250.11	0.0	250.11
32	TEMPERATURA (°F) : NORMAL RELEVO	-49	100.4	-40	140	-28	120.79	-28	126.86
33	CONTRAPRESION CONSTANTE (PSIG.)								
34	CONTRAPRESION DESARROLLADA (PSIG.)								
35	SOBREPRESION (%)	10 %		20 %		10 %		20 %	
36	FACTOR DE COMPRESIBILIDAD								
37	K(CP/CV)								
38	PRESION ATMOSFERICA (lb/in²)	14.7		14.7		14.7		14.7	
39									
AREA DE ORIFICIO									
40	CALCULADA (in²)	0.1051		1.713		0.0719		0.0438	
41	SELECCIONADA (in²)	NOMINAL		1.838		NOMINAL		0.110	
42	ORIFICIO	3/4" X 1"		3" K 4"		3/4" X 1"		1" D 2"	
43	No. MOD. FAB.	(F)		(F)		(F)		(F)	

NOTAS :

(F) INFORMACION PROPORCIONADA POR FABRICANTE

3.12 LISTA DE LINEAS.

3.12.1. *Lista de Líneas para el Sistema de Calentamiento con Aceite Térmico.*

Uno de los puntos básicos en el desarrollo de la Ingeniería Básica efectuada, es el de elaborar las listas de líneas para los DTI's elaborados para cada proceso o servicio, así, en este trabajo, a continuación se presenta una de las hojas de la lista de líneas para este servicio.

3.12.2. *Lista de Líneas para los Procesos de LPG y Amoniaco.*

Respecto a las listas de líneas de estos procesos, al no haber podido localizarlas, se hizo necesario realizarlas de nuevo, por lo que a continuación se presenta una hoja de cada una de la lista de líneas, de cada uno de los procesos, las cuales fueron elaboradas para este trabajo.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"

NOTAS

- 1.- LA COLUMNA $\varnothing$ INDICA EL DIAMETRO MAYOR DE LA LINEA SIN INDICAR LAS VARIACIONES DE DIAMETRO QUE TENGA DICHA LINEA
 - 2.- LMP SIGNIFICA TEMPERATURA MAXIMA DE LIMPIEZA DE LINEA CON VAPOR O MEDIO SECO
 - 3.- VAR² SIGNIFICA EL INCREMENTO EN LA PRESION Y/O TEMPERATURA DE OPERACION
- *"A", INDICA QUE EL INCREMENTO EN LA CONDICION DE OPERACION ES COMO MAXIMO DE 10 HORAS CONTINUAS Y NO MAS DE 100 HORAS POR AÑO
 "B", INDICA QUE EL INCREMENTO EN LA CONDICION DE OPERACION ES COMO MAXIMO DE 50 HORAS CONTINUAS Y NO MAS DE 500 HORAS POR AÑO
 4.- DIS² POR PRESION Y TEMPERATURA DE DISEÑO DEBE ENTENDERSE LA PRESION Y TEMPERATURA MAXIMAS DE OPERACION NORMAL

SERVICIO: AT (ACEITE TERMICO - THERMIHOL)

CLAVES DE AISLAMIENTO

- H CONSERVACION DE CALOR
 D VENA DE VAPOR
 T OPERACION ESTABLE
 C PROTECCION AL CONGELAMIENTO
 E CALEFACCION ELECTRICA
 P PROTECCION PERSONAL
 A CONTRA RUIDO (SUDD)
 F PROTECCION CONTRACENDIDO
 B ESPECIAL

LINEAS CRITICAS
ENVIAR PARA SU ANALISIS A

DEPENDENCIA DE SISTEMAS ☐ ANALISIS DE ESFUERZOS ☒

PROYECTO 1

CLIENTE FES, "ZARAGOZA"

LOCALIZACION IZTAPALAPA, D.F.

LISTA
DE
LINEAS

Página 1 de 2

CLAVE DE IDENTIFICACION				RUTA		PRESION Kg/Cm ² MAN		TEMPERATURA °C			MEDIO DE PRUEBA		DENSIDAD D ² GAS O LIQ. (G) / CM ³	LINEA CRITICA	DTI NUMERO	OBSERVACIONES	AISLAMIENTO				CLAVE DE ACABADO
Ø	N	SERV.	NUMERO	CLASE	DESDE	HASTA	DIS	VAR ²	MAX.	MIN.	DIS	VAR ²	LMP.								
6"	AT	132101	T1C	B*-AT-132127-T1C	EA-1A (CORAZA)		4.0		6.0		110.0			L	0.8671	FB-2623-132	Ø >= 6". LANA MINERAL		H		3"
6"	AT	132102	T1C	B*-AT-132101-T1C	EA-1R (CORAZA)		4.0		6.0		110.0			L	0.8671	FB-2623-132			H		3"
8"	AT	132103	T1C	B*-AT-132127-T1C	EA-2A (CORAZA)		4.0		6.0		110.0			L	0.8671	FB-2623-132			H		3"
8"	AT	132104	T1C	B*-AT-132103-T1C	EA-2R (CORAZA)		4.0		6.0		110.0			L	0.8671	FB-2623-132			H		3"
6" 10"	AT	132105	T1C	EA-1A (CORAZA)	10*-AT-132113-T1C		4.0		6.0		33.0			L	0.9339	FB-2623-132					
3"	AT	132106	T1C	B*-AT-132101-T1C	10*-AT-132105-T1C		4.0		6.0		110.0			L	0.8671	FB-2623-132	Ø < 6". FIBRA DE VIDRIO		H		2"
6"	AT	132107	T1C	EA-1R (CORAZA)	10*-AT-132105-T1C		4.0		6.0		33.0			L	0.9339	FB-2623-132					
3"	AT	132108	T1C	B*-AT-132102-T1C	10*-AT-132105-T1C		4.0		6.0		110.0			L	0.8671	FB-2623-132			H		2"
6" 12"	AT	132109	T1C	EA-2A (CORAZA)	12*-AT-132114-T1C		4.0		6.0		33.0			L	0.9339	FB-2623-132					
4"	AT	132110	T1C	B*-AT-132103-T1C	12*-AT-132109-T1C		4.0		6.0		110.0			L	0.8671	FB-2623-132			H		2"
8"	AT	132111	T1C	EA-2R (CORAZA)	12*-AT-132109-T1C		4.0		6.0		33.0			L	0.9339	FB-2623-132					
4"	AT	132112	T1C	B*-AT-132104-T1C	12*-AT-132109-T1C		4.0		6.0		110.0			L	0.8671	FB-2623-132			H		2"
10"	AT	132113	T1C	10*-AT-132105-T1C	10*-AT-132119-T1C		4.0		6.0		33.0			L	0.9339	FB-2623-132					
12"	AT	132114	T1C	12*-AT-132109-T1C	12*-AT-132122-T1C		4.0		6.0		33.0			L	0.9339	FB-2623-132					
10"	AT	132115	T1C	10*-AT-132113-T1C	12*-AT-132125-T1C		4.0		6.0		33.0			L	0.9339	FB-2623-132					
4"	AT	132116	T1C	4*-AT-132118-T1C	10*-AT-132119-T1C		4.0		6.0		110.0			L	0.8671	FB-2623-132			H		2"
4"	AT	132117	T1C	4*-AT-132118-T1C	12*-AT-132122-T1C		4.0		6.0		110.0			L	0.8671	FB-2623-132			H		2"
4"	AT	132118	T1C	FA-1 (TANQ. EXP)	12*-AT-132125-T1C		4.0		6.0		110.0			L	0.8671	FB-2623-132			H		2"
10"	AT	2119	T1C	10*-AT-132113-T1C	(FC-3, FILTRO) GA-3 (BOM. RECIR.)		4.0		6.0		33.0			L	0.9339	FB-2623-132					
6"	AT	2120	T1C	A-3 (BOM. DE RECIR)	BA-3 (CAL. ACEITE)		4.0		6.0		33.0			L	0.9339	FB-2623-132					
8"	AT	132121	T1C	BA-3 (CAL. ACEITE)	10*-AT-132105-T1C		4.0		6.0		110.0			L	0.8671	FB-2623-132			H		3"



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"

NOTAS

- 1.- LA COLUMNA (2) INDICA EL DIÁMETRO MAYOR DE LA LÍNEA SIN INDICAR LAS VARIACIONES DE DIÁMETRO QUE TENGA DICHA LÍNEA
- 2.- LIMP. SIGNIFICA TEMPERATURA MÁXIMA DE LIMPIEZA DE LÍNEA CON VAPOR O MEDIO SECO
- 3.- VAR² SIGNIFICA EL INCREMENTO EN LA PRESIÓN Y/O TEMPERATURA DE OPERACIÓN
- 4.- DIS POR PRESIÓN Y TEMPERATURA DE DISEÑO DEBE ENTENDERSE LA PRESIÓN Y TEMPERATURA MÁXIMAS DE OPERACIÓN NORMAL

SERVICIO: LPG (PROPANO)

CLAVES DE AISLAMIENTO

- H CONSERVACION DE CALOR
T VENA DE VAPOR
O OPERACION ESTABLE
C PROTECCION AL CONGELAMIENTO
E CALEFACCION ELECTRICA
P PROTECCION PERSONAL
A CONTRA RIGID (JUGOS)
F PROTECCION CONTRA INCENDIO
S ESPECIAL

LÍNEAS CRÍTICAS
ENVIAR PARA SU ANALISIS A

DEPENDENCIA DE SISTEMAS ☒ ANALISIS DE ESFUERZOS ☒

PROYECTO 1

CLIENTE FES "ZARAGOZA"

LOCALIZACION: IZTAPALAPA, D.F.

LISTA DE LÍNEAS

Página 1 de 4

REV.	0	1	2	3	4	5	"A", INDICA QUE EL INCREMENTO EN LA CONDICION DE OPERACION ES COMO MAXIMO DE 10 HORAS CONTINUAS Y NO MAS DE 100 HORAS POR AÑO "B", INDICA QUE EL INCREMENTO EN LA CONDICION DE OPERACION ES COMO MAXIMO DE 50 HORAS CONTINUAS Y NO MAS DE 500 HORAS POR AÑO 4.- DIS. POR PRESION Y TEMPERATURA DE DISEÑO DEBE ENTENDERSE LA PRESION Y TEMPERATURA MAXIMAS DE OPERACION NORMAL				E CALEFACCION ELECTRICA F PROTECCION PERSONAL A CONTRA ROCI (SUDOR) C PROTECCION CONTRA INCENDIO B ESPECIAL				PROYECTO 1		Hoja 1 de 4						
FECHA											CLIENTE FES. "ZARAGOZA"												
ELAB.																							
APROB.																							
SERVICIO: LPG (PROPANO)											MEDIO DE PRUEBA		DENSIDAD	LINEA CRITICA	DTI NUMERO	OBSERVACIONES	LOCALIZACION IZTAPALAPA, D.F.				SECCION		CLAVE DE ACABADO
CLAVE DE IDENTIFICACION		RUTA				PRESION Kg/Cm² MAN		TEMPERATURA °C			LIT. (L)	GAS (G)	0.5				AISLAMIENTO						
Ø	N	SERV.	NUMERO	CLASE	DESDE	HASTA	DIS	VAR²	MAX.	MIN.	DIS	VAR²	LIMP.							TIPO	CLAVE	INT	
14"		LPG	9001	C19	BARCO	REDUCCION	21.11				-59.45				L	0.593	///	N-A-901			H		2"
8" 12"		LPG	9009	C19	2PDSH-9003	9001-12"-C19	21.11				-59.45				L	0.593	///	N-A-901			H		2"
12"		LPG	9001	C19	REDUCCION	FE-9803	21.11				-59.45				L	0.593	///	N-A-901			H		2"
12"		LPG	9002	C19	FE-9803	TV-950	21.11				-59.45				L	0.593	///	N-A-901			H		2"
14"		LPG	9003	C19	TV-950	9004-14"-C19	21.11				-59.45				L	0.593	///	N-A-901			H		2"
14"		LPG	9004	C19	TV-950	9005-14"-C19	21.11				-59.45				L	0.593	///	N-A-901			H		2"
14"		LPG	9005	C19	9004-14"-C19	9006-10"-C20	21.11				-59.45				L	0.593	///	N-A-901			H		2"
10"		LPG	9006	C20	9005-14"-C19	BA-951 A (SUCC.)	21.11				-59.45				L	0.593	///	N-A-901			H		2"
10"		LPG	9008	C20	9005-14"-C19	BA-951 B (SUCC.)	21.11				-59.45				L	0.593	///	N-A-901			H		2"
10		LPG	9010	C19	9005-14"-C19	BA-951 C (SUCC.)	21.11				-59.45				L	0.593	///	N-A-901			H		2"
8"		LPG	9007	C19	BA-951 A (DESC.)	8"-9012-C19	21.11				-59.45				L	0.593	///	N-A-901			H		2"
8"		LPG	9009	C19	BA-951 B (DESC.)	8"-9012-C19	21.11				-59.45				L	0.593	///	N-A-901			H		2"
8"		LPG	9011	C19	BA-951 C (DESC.)	8"-9012-C19	21.11				-59.45				L	0.593	///	N-A-901			H		2"
8"		LPG	9012	C19	9007-8"-C19	9008-8"-C19	21.11				-59.45				L	0.593	///	N-A-901			H		2"
8"		LPG	9081	C19	9012-8"-C19	9085-8"-C19	21.11				-59.45				L	0.593	///	N-A-901			H		2"
8"		LPG	9085	C19	9081-8"-C19	EA-1A (ENT. TUBOS)	21.11				-59.45				L	0.593	///	N-A-901			H		2"
8"		LPG	9088	C19	9081-8"-C19	EA-1R (ENT. TUBOS)	21.11				-59.45				L	0.593	///	N-A-901			H		2"
8"		LPG	9083	C19	EA-1A (SAL. TUBOS)	9014-8"-C20	21.11				60.00				L	0.523	///	N-A-901			H		1"
8"		LPG	9084	C19	EA-1R (SAL. TUBOS)	9014-8"-C20	21.11				60.00				L	0.523	///	N-A-901			H		1"
8"		LPG	9014	C20	9084-8"-C20	2PI-1708	21.11				60.00				L	0.523	///	N-A-901			H		1"
2"		LPG	11128	C20	9014-8"-C20	9039-8"-C19	21.11				60.00				L	0.523	///	N-A-901					



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"

NOTAS

1. LA COLUMNA (Ø) INDICA EL DIÁMETRO MAYOR DE LA LÍNEA SIN INDICAR LAS VARIACIONES DE DIÁMETRO QUE TENGA DICHA LÍNEA.
2. LIMP. SIGNIFICA TEMPERATURA MÁXIMA DE LIMPIEZA DE LÍNEA CON VAPOR O MEDIO SECO.
3. VAR⁺ SIGNIFICA EL INCREMENTO EN LA PRESIÓN Y/O TEMPERATURA DE OPERACIÓN.
4. "A": INDICA QUE EL INCREMENTO EN LA CONDICIÓN DE OPERACIÓN ES COMO MÁXIMO DE 10 HORAS CONTINUAS Y NO MÁS DE 100 HORAS POR AÑO.
5. "B": INDICA QUE EL INCREMENTO EN LA CONDICIÓN DE OPERACIÓN ES COMO MÁXIMO DE 50 HORAS CONTINUAS Y NO MÁS DE 500 HORAS POR AÑO.
6. "D": POR PRESIÓN Y TEMPERATURA DE DISEÑO DEBE ENTENDERSE LA PRESIÓN Y TEMPERATURA MÁXIMAS DE OPERACIÓN NORMAL.

SERVICIO: AMO (AMONIAO)

CLAVES DE AISLAMIENTO

- H CONSERVACIÓN DE CALOR
T VENA DE VAPOR
O OPERACIÓN ESTABLE
C PROTECCIÓN AL CONGELAMIENTO
E CALEFACCIÓN ELÉCTRICA
P PROTECCIÓN PERSONAL
A CONTRA RÍO (RÍO)
B PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO
F ESPECIAL

LÍNEAS CRÍTICAS
ENVIAR PARA SU ANÁLISIS A

DEPENDENCIA DE SISTEMAS ☒ ANÁLISIS DE ESFUERZOS ☒

PROYECTO 1

CLIENTE FES "ZARAGOZA"

LOCALIZACIÓN IZTAPALAPA, D.F.

LISTA
DE
LÍNEAS

Página 1 de 5

REV.	0	1	2	3	4	5
FECHA						
ELAB.						
APROB.						

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN				RUTA		PRESIÓN Kg/cm ² MAN				TEMPERATURA °C				MEDIO DE PRUEBA LÍQ (L) GAS (G)	DENSIDAD D ⁺ GAS O VAPOR	LÍNEA CRÍTICA	DTI NÚMERO	OBSERVACIONES	AISLAMIENTO				CLAVE DE ACABADO
Ø	N°	SERV	NÚMERO	CLASE	DESDE	HASTA	DIS	VAR ⁺	PRUEBA		DIS	VAR ⁺	LIMP.										
									MAX	MIN									TIPO	CLAVE	INT	EXT	
14"		AMO	2548	C21	BARCO	2548-1-8"-C21	21.11				-45.55			L	0.674		N-A-201			H		2"	
6"	12"	AMO	2521	C21	2PDSH-2000	2556-10"-C21	21.11				-45.56			L	0.674		N-A-201			H		2"	
8"		AMO	2548-1	C21	2548-14"-C21	2FE-2000	21.11				-45.55			L	0.674		N-A-201			H		2"	
8"		AMO	2548-2	C21	2FE-2000	2521-12"-C21	21.11				-45.55			L	0.674		N-A-201			H		2"	
10"		AMO	2556	C21	2521-12"-C21	TV-250	21.11				-45.55			L	0.674		N-A-201			H		2"	
14"		AMO	2501	C21	TV-250	2502-14"-C21	21.11				-45.55			L	0.668		N-A-201			H		2"	
14"	10"	AMO	2503	C21	2CV-2033	BA-251-C	21.11				-45.55			L	0.668		N-A-201			H		2"	
10"		AMO	2501	C21	2503-14"-C21	BA-251-A	21.11				-45.55			L	0.668		N-A-201			H		2"	
10"		AMO	2504	C21	2503-14"-C21	BA-251-B	21.11				-45.55			L	0.668		N-A-201			H		2"	
6"		AMO	2507	C21	BA-251-A	2507-8"-C21	21.11				-45.55			L	0.668		N-A-201			H		2"	
6"		AMO	2508	C21	BA-251-B	2507-8"-C21	21.11				-45.55			L	0.668		N-A-201			H		2"	
6"		AMO	2509	C21	BA-251-C	2507-8"-C21	21.11				-45.55			L	0.668		N-A-201			H		2"	
8"		AMO	2507	C21	2509-8"-C21	2527-8"-C21	21.11				-45.55			L	0.668		N-A-201			H		2"	
8"		AMO	2527	C21	2507-8"-C21	2520-8"-C20	21.11				-45.55			L	0.668		N-A-201			H		2"	
8"		AMO	2520	C20	2527-8"-C21	2521-12"-C21	21.11				-45.55			L	0.668		N-A-201						
8"		AMO	2569	C21	2527-8"-C21	EA-2R (ENT. TUBOS)	21.11				-45.55			L	0.668		N-A-201						
8"		AMO	2570	C21	2527-8"-C21	EA-2A (ENT. TUBOS)	21.11				-45.55			L	0.668		N-A-201						
2"		AMO	2511	C21	2507-8"-C21	2515-4"-C21	21.11				-45.55			L	0.668		N-A-201			H		1 1/2"	
2"		AMO	2513	C21	2508-8"-C21	2515-4"-C21	21.11				-45.55			L	0.668		N-A-201			H		1 1/2"	
2"		AMO	2518	C21	2509-8"-C21	2515-4"-C21	21.11				-45.55			L	0.668		N-A-201			H		1 1/2"	

3.13 BALANCES DE MASA.

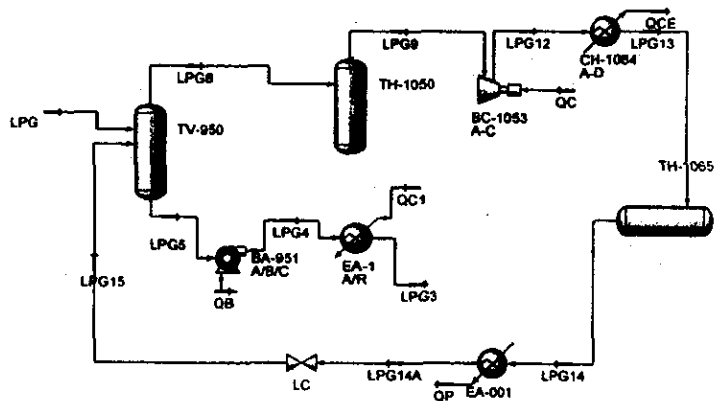
3.13.1. Balance de masa de los procesos de LPG y Amoniaco.

Uno de los documentos considerados como fundamentales dentro de la Ingeniería Básica, es el balance de masa, pues de él se extrae la información que se requiere, para elaborar los documentos como los mencionados anteriormente; además de ser una referencia para la solución de los problemas de diseño y operación de la planta.

En estos balances se mostrarán las principales condiciones de las líneas de flujo y las operaciones del proceso.

Cabe hacer notar que las condiciones de operación con las cuales fue diseñada la terminal, no cambiaron y se siguen conservando de manera general los mismos flujos en las diferentes corrientes.

Dicho balance fue elaborado con la ayuda de un paquete de simulación, del cual a continuación se presentan los resultados obtenidos para ambos procesos.



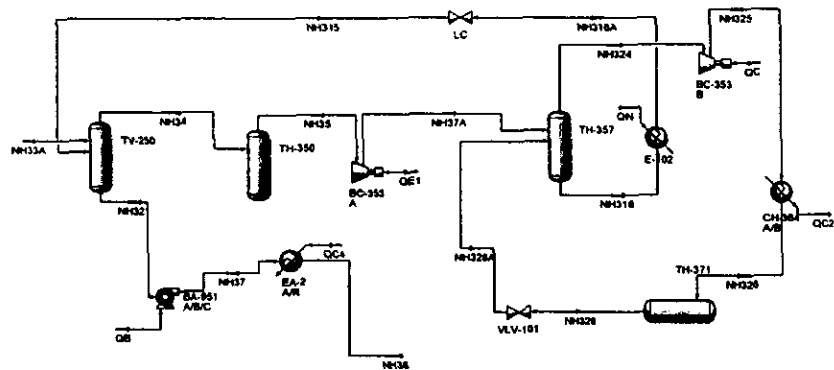
		Material Streams										
		LPG	LPG14	LPG14a	LPG13	LPG9	LPG3	LPG4	LPG8	LPG5	LPG14A	LPG15
Vapour Fraction		0.0000	0.0000	1.000	0.0000	1.000	0.0000	0.0000	1.000	0.0000		0.00160
Temperature	F	-52.00	105.0	168.8	105.0	80.00	40.00	-40.00	-40.00	-40.00	-52.00	-52.00
Pressure	psia	157.0	265.0	265.0	265.0	14.70	351.7	362.0	14.70	14.70	265.0	14.70
Molar Flow	lbmole/hr	6547.	650.5	650.5	650.5	650.5	6547.	6547.	650.5	6547.	650.5	650.5
Mass Flow	lb/hr	1.378e+06	2.795e+04	2.795e+04	2.795e+04	2.795e+04	2.756e+05	2.756e+05	2.795e+04	2.756e+05	2.795e+04	2.795e+04
Liquid Volume Flow	barrel/day	3.764e+04	3740.	3740.	3740.	3740.	3.624e+04	3.764e+04	3740.	3740.		
Heat Flow	Btu/hr		-1.596e+07	-1.154e+07	-1.596e+07	-1.209e+07	3.428e+06		-1.329e+07			-1.853e+07

Main: Material Streams

Material Streams

Name	LPG	LPG14	LPG12	LPG13	LPG9
Vapour Fraction	0.0000 *	0.0000	1.000 *	0.0000	1.000 *
Temperature (F)	-52.00 *	105.0	168.8 *	105.0 *	80.00 *
Pressure (psia)	157.0 *	265.0	265.0 *	265.0 *	14.70 *
Molar Flow (lbmole/hr)	6547.	650.5	650.5	650.5	650.5
Mass Flow (lb/hr)	1.378e+06 *	2.795e+04	2.795e+04 *	2.795e+04 *	2.795e+04 *
Liquid Volume Flow (barrel/day)	3.764e+04	3740.	3740.	3740	3740.
Heat Flow (Btu/hr)	---	-1.596e+07	-1.154e+07	-1.596e+07	-1.209e+07
Name	LPG3	LPG4	LPG8	LPG5	NO
Vapour Fraction	0.0000	0.0000 *	1.000 *	0.0000 *	0.0000
Temperature (F)	40.00 *	-40.00 *	-40.00 *	-40.00 *	-40.00
Pressure (psia)	351.7 *	362.0 *	14.70 *	14.70 *	14.70
Molar Flow (lbmole/hr)	6547.	6547.	650.5	6547.	0.0000
Mass Flow (lb/hr)	2.756e+05 *	2.756e+05 *	2.795e+04 *	2.756e+05 *	0.0000
Liquid Volume Flow (barrel/day)	3.624e+04	3.764e+04	3740.	---	0.0000
Heat Flow (Btu/hr)	3.428e+06	---	-1.329e+07	---	0.0000
Name	LPG14A	LPG15			
Vapour Fraction	---	0.008160			
Temperature (F)	-52.00 *	-52.00 *			
Pressure (psia)	265.0 *	14.70 *			
Molar Flow (lbmole/hr)	650.5	650.5			
Mass Flow (lb/hr)	2.795e+04 *	2.795e+04 *			
Liquid Volume Flow (barrel/day)	---	3740.			
Heat Flow (Btu/hr)	---	-1.853e+07			

Remarks:



		Material Streams							
		NH33A	NH33B	NH33C	NH33D	NH33E	NH33F	NH33G	NH33H
Vapour Fraction		1.000	0.0000	0.01000	0.0000	0.0000	0.8000	1.000	0.0000
Temperature	F	-27.00	-27.36	-27.80	-26.85	40.00	145.0	145.0	30.02
Pressure	psia	29.37	14.70	156.9	264.7	270.0	75.40	75.40	59.74
Molar Flow	lbmole/hr	554.1	1.518e+04	1.518e+04	1.518e+04	1.518e+04	684.1	567.8	564.1
Mass Flow	lb/hr	1.514e+04	2.750e+05	2.838e+05	2.786e+05	2.786e+05	1.165e+04	1.512e+04	1.165e+04
Liquid Volume Flow	barrel/day		3.063e+04	3.063e+04	3.063e+04	3.063e+04	1295	1681	1295
Heat Flow	Btu/hr		-4.977e+06		-4.972e+06	-4.772e+06	-1.422e+07	-1.659e+07	
		NH33I	NH33J	NH33K	NH33L	NH33M	NH33N	NH33O	NH33P
Vapour Fraction		0.0000	1.000	0.0000	0.0000	1.000	0.0000	0.0000	
Temperature	F	-28.00	218.0	95.00	-28.00	-28.00	95.00	-28.00	
Pressure	psia	49.74	214.7	210.5	29.37	29.37	210.5	29.37	
Molar Flow	lbmole/hr	684.1	887.8	887.8	684.1	684.1	887.8	684.1	
Mass Flow	lb/hr	1.165e+04	1.512e+04	1.512e+04	1.512e+04	1.165e+04	1.512e+04	1.165e+04	
Liquid Volume Flow	barrel/day	1295	1681	1681	1681	1295	1681	1295	
Heat Flow	Btu/hr	-2.104e+07	-1.659e+07	-2.520e+07	-2.520e+07	-1.409e+07	-2.520e+07	-2.104e+07	

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

HYSYS Workbook Specsheat

NH3TESIS.hsc

Main: Material Streams

Material Streams

Name	NH34	NH321	NH33A	NH37	NH38
Vapour Fraction	1.000	0.0000	0.01000	0.0000	0.0000
Temperature (F)	-27.00	-27.38	-27.60	-26.65	40.00
Pressure (psia)	29.37	14.70	156.9	284.7	270.0
Molar Flow (lbmole/hr)	684.1	1.618e+04	1.618e+04	1.618e+04	1.618e+04
Mass Flow (lb/hr)	1.814e+04	2.756e+05	2.938e+05	2.756e+05	2.756e+05
Liquid Volume Flow (barrel/day)	—	3.063e+04	3.063e+04	3.063e+04	3.063e+04
Heat Flow (Btu/hr)	—	-4.977e+08	—	-4.972e+08	-4.772e+08
Name	NH37A	NH324	NH316	NH316A	NH325
Vapour Fraction	0.8000	1.000	0.0000	0.0000	1.000
Temperature (F)	145.0	145.0	30.02	-28.00	218.0
Pressure (psia)	75.40	75.40	59.74	49.74	214.7
Molar Flow (lbmole/hr)	684.1	887.8	684.1	684.1	887.8
Mass Flow (lb/hr)	1.165e+04	1.512e+04	1.165e+04	1.165e+04	1.512e+04
Liquid Volume Flow (barrel/day)	1295	1681	1295	1295	1681
Heat Flow (Btu/hr)	-1.422e+07	-1.659e+07	—	-2.104e+07	-1.659e+07
Name	NH328	NH328A	NH35	NO	NH326
Vapour Fraction	0.0000	0.0000	1.000	0.0000	0.0000
Temperature (F)	95.00	-28.00	-28.00	-28.00	95.00
Pressure (psia)	210.5	29.37	29.37	29.37	210.5
Molar Flow (lbmole/hr)	887.8	887.8	684.1	0.0000	887.8
Mass Flow (lb/hr)	1.512e+04	1.512e+04	1.165e+04	6454.	1.512e+04
Liquid Volume Flow (barrel/day)	1681	1681	1295	—	1681
Heat Flow (Btu/hr)	-2.520e+07	-2.520e+07	-1.409e+07	—	-2.520e+07
Name	NH315				
Vapour Fraction	0.0000				
Temperature (F)	-28.00				
Pressure (psia)	29.37				
Molar Flow (lbmole/hr)	684.1				
Mass Flow (lb/hr)	1.165e+04				
Liquid Volume Flow (barrel/day)	1295				
Heat Flow (Btu/hr)	-2.104e+07				

Remarks:

Date: Wed Sep 23 19:28:04 1998

Version: v1.2.4 (Build 1555 "C")

Page No: 1

Of: 1

177

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

La modernización o Automatización de Plantas de Almacenamiento, como la seleccionada para este trabajo, tiene la finalidad de mejorar el funcionamiento de la misma, elevando las condiciones de entrega de los productos aquí almacenados, incrementando la calidad de los procesos y más que nada la vida útil de los equipos.

En este trabajo se establecieron los principales aspectos relacionados con el desarrollo de la Ingeniería Básica, para el manejo y almacenamiento de Amoniaco y LPG, la cual incluye los aspectos preponderantes de un proyecto como este, para así poder efectuar las acciones necesarias que mantengan a los equipos dentro de las condiciones de operación para las cuales fueron diseñados, logrando con esto, la máxima seguridad para el personal que ahí labora, así también como para los equipos, pues se logra mejorar al control de los mismos, a través del adecuado manejo de las condiciones del proceso.

Durante el proceso de automatización, se efectuaron las modificaciones necesarias a los DTI's, de la terminal de almacenamiento de Amoniaco y LPG, substituyéndose principalmente el tipo de indicación de las variables a controlar, es decir, se substituyeron las antiguas señales a tablero de control, por señales hacia un Sistema de Control Distribuido además de indicarse en los mismos, cuales son los instrumentos y/o equipos que son susceptibles de ser cambiados por nuevos, de acuerdo al desempeño que han tenido, esto es, que después de un cierto periodo de tiempo han quedado obsoletos, o simplemente su funcionamiento ya no es satisfactorio y se requirió reemplazarlos.

Así, algunos de los principales cambios a implementar dentro del desarrollo de la Ingeniería Básica, fueron los relacionados con los equipos tales como: compresores, sistema de calentamiento de producto a llenaderas, desmantelamiento de llenaderas de carrostanque, implementación de señales a sistema de control distribuido de los equipos y tuberías principales, por consiguiente, efectuar el cambio de la mayor parte de instrumentos.

Los cambios indicados para estos procesos respecto a la automatización, son viables, por lo que se puede concluir, que para proyectos futuros, enmarcados dentro de esta misma índole de modernización o automatización, son una alternativa conveniente para mejorar la rentabilidad y aumentar la vida útil de las terminales de almacenamiento de este tipo, con la condicionante de que los cambios realizados, se lleven a cabo en su oportunidad.

Finalmente, éste trabajo se puede retomar para proyectos futuros, debido a que se puede decir, que se cumplió con el objetivo trazado al inicio del mismo. En proyectos futuros se pueda continuar con el desarrollo de los trabajos posteriores a la implementación de la Ingeniería Básica, así mismo, también se puede tomar como base para el desarrollo de Ingeniería Básica de proyectos similares.

ANEXOS

- A) AISLAMIENTOS TÉRMICOS.**
- B) TÉRMINOS DE CONTROL (DEFINICIONES)**
- C) TÍPICOS DE INSTRUMENTACIÓN.**
- D) DIBUJOS ELABORADOS PARA LA INGENIERIA
BASICA DESARROLLADA POR PROCESO.**
- E) HOJAS DE DATOS QUE EMITE PROCESO.**
- F) ANÁLISIS COMPARATIVO DE COMPRESORES.**

ANEXO A

AISLAMIENTOS TÉRMICOS.

A.1. Aislante térmico.

Es un material que presenta una resistencia al paso de calor; es decir posee una baja conductividad térmica. Los aislantes comúnmente utilizados están compuestos por diferentes materiales básicos como: silicato de calcio, perlita expandida, fibras minerales, (lana mineral, fibra de vidrio, fibra cerámica, etc.), sílice diatomácea, etcétera, pudiendo ser su presentación en forma de placas, colchonetas, bloques, secciones preformadas, granulados y componentes para su aspersión en sitio.

A.2. Sistema termoaislante.

Material o combinación de materiales usados para presentar resistencia al flujo de calor. Sistema que incorpora un material aislante en el recubrimiento de un equipo con el propósito de limitar la pérdida de calor o protección del personal. El aislamiento consiste finalmente, en el aislante, las anclas, el adhesivo, el acabado, etc.

A.3. Materiales.

A.3.1. Clases de aislantes.

Los aislantes para servicio de alta temperatura usados con mayor frecuencia en plantas de proceso, son las siguientes:

Tierra diatomácea.

(Designación ASTM C 517-71).- Este material aislante se compone principalmente de sílice diatomácea con un mineral. Su presentación comercial es en forma de cubiertas preformadas para tubería y bloques. Se clasifican según su temperatura máxima de servicio en:

Tipo I hasta 1143 K (870°C)

Tipo II hasta 1313 K (1040°C)

Silicato de calcio.

(Designación ASTM C 533-85).- Se compone principalmente de silicato de calcio hidratado reforzado con fibra mineral, libre de cloruro y asbestos su presentación comercial es en forma de cubiertas preformadas para tubería y bloques, se clasifican según su máxima temperatura de servicio en:

Tipo I hasta 922 K (649°C)

Tipo II hasta 1144 K (871°C)

Fibra mineral en forma de cubiertas preformadas para tubería.

(Designación ASTM C 547-77).- Aislante fabricado de sustancias como roca, escoria o vidrio, procesadas en su estado de fusión.

Dichas fibras deben ser aglutinadas con material orgánico. Se clasifican según su máxima temperatura de servicio en:

- Clase 1 para uno hasta 503 K (230°C)
- Clase 2 para uno hasta 618 K (345°C)
- Clase 3 para uno hasta 923 K (650°C)

Fibra mineral en forma de colchonetas armadas con metal desplegado en uno o en ambos lados.

(Designación ASTM C 592-801).- Aislante fabricado de sustancias como roca, escoria o vidrio, procesados en tal forma que constituyen una colchoneta. Se clasifican según su máxima temperatura de servicio en:

- Clase 1 para uno hasta 728 K (455°C)
- Clase 2 para uso hasta 923 K (650°C)

Fibra mineral en forma de bloque, placa, colchoneta y rollo, rígida, semirígida y flexible.

(NOM-C230-83).- Obtenido a partir de roca, escoria o vidrio, para usarse sobre superficie a temperatura desde 189 K (-84°C) hasta 1023 K (750°C). Se clasifican según su máxima temperatura de operación en 4 clases y en 5 tipos por su composición, como se señala continuación.

Por su máxima temperatura de operación:

- Clase I Para usarse hasta 505 K (232°C)
- Clase II Para usarse hasta 727 K (454°C)
- Clase III Para usarse hasta 811 K (538°C)
- Clase IV Para usarse hasta 1023 K (750°C)

Por su composición:

- | | |
|--------|---|
| Tipo A | Fibra de vidrio con aglutinante de resina orgánica. |
| Tipo B | Fibra de vidrio con aglutinante de aceite soluble. |
| Tipo C | Lana de roca o escoria no aglutinada. |
| Tipo D | Lana de roca o escoria con aglutinante de resina orgánica. |
| Tipo E | Lana de roca o escoria con aglutinante de aceite soluble en agua. |

Perlita expandida.

(Designación ASTM C 610-85).- Este aislantes se compone principalmente de perlita expandida reforzada con fibra mineral y aglutinada con material inorgánico libre de cloruros y asbestos. Su presentación comercial es en forma de cubiertas preformadas para tuberías, bloques y placas. Para usarse sobre superficies con temperatura hasta 922 K (649°C).

Cemento aislante de fibra mineral.

(Designación ASTM C 195-77).- Material aislante compuesto predominantemente de lana mineral en cuanto a peso y que mezclada con un aglutinante orgánico resistente al calor se presente bajo la forma de cemento seco que a su vez es mezclado con agua y que aplicado en forma de masa plástica, proporciona una capa cuya superficie lisa es resistente a la transmisión de calor cuando se tienen temperaturas de operación entre 311 K (38°C) y 1144 K(871°C).

Cemento aislante de vermiculita expandida o exfoliada.

(Designación ASTM C 196-77).- Material aislantes compuesto predominantemente de vermiculita expandida o exfoliada en cuanto a peso y que mezclada con un aglutinante resistente al calor se presenta bajo la forma de cemento seco o pasto y que a su vez es mezclado con agua y aplicado en forma de masa plástica, proporciona una capa cuya superficie lisa es resistente a la transmisión de calor cuando se llenen temperaturas de operación entre 311 K (38°C) y 1255 K (982°C).

A.4. Aislamiento para protección del personal.

Deben aislarse todas las superficies calientes con las que pudiera estar en contacto directo el personal. Estas superficies serán aisladas hasta una altura de 3 m., arriba del nivel normal del piso, de pasillos o de áreas en las que el personal debe permanecer.

Se aislarán también para protección del personal, aquellos equipos y tuberías que se localizan a 60 cm o menos de cualquier extremo de las plataformas de operación. Este tipo de aislamiento no debe instalarse más allá de las zonas normales de trabajo o cuando se indique que alguna pieza o equipo en particular quede sin aislamiento, a pesar de su localización.

En los siguientes casos debe seguirse el criterio descrito:

- 1.- No se aislarán con fines de protección al personal; las carcasas de bombas calientes, los enfriadores, los condensadores, las bridas de los cambiadores de calor, las bridas de las tuberías y las válvulas.
- 2.- Cuando en una tubería, recipiente o equipo existan aislamientos para protección del personal y los espacios longitudinales sin aislar sean menores de 3.0 m se recomienda que dichos espacios se aislen para tener un aislamiento continuo.
- 3.- Cuando por razones especiales no se permita aislamiento para protección del personal, se instalarán barreras de protección hechas de metal desplegado.

A.5. Material de acabado para protección del aislamiento.

Por lo general, los materiales aislantes térmicos no son resistentes a la abrasión, impacto, erosión o condiciones climatológicas. Por esta razón, es necesario protegerlos para prolongar su vida útil y permitir desarrollen sus funciones bajo las condiciones proyectadas. Los materiales recomendables de acabado son: tela de malla de alambre, mastique, lámina de aluminio lisa y cemento para acabado.

En el caso de utilizar lámina metálica, se deben tener traslapes entre láminas no menores de 5 cm. la fijación de los tornillos o remaches, no deben causar corrosión. Estos Traslapes deben permitir el libre drenado de agua de lluvia.

TÉRMINOS DE CONTROL.

La existencia de aparatos automáticos que sirven para medir y controlar muchos de los procesos actuales hacen posible que plantas de producción, de grandes dimensiones funcionen adecuadamente, ya que los instrumentos pueden detectar condiciones y con las condiciones asignadas para su operación, pueden tomar acciones de control más rápidamente y con mayor precisión que un operador humano. Por lo que, los instrumentos son considerados como vitales, en las instalaciones de las plantas, porque principalmente, reditúan en beneficios económicos, al ahorrar trabajo y reducir desperdicios y al permitir que el proceso sea operado con mayor eficiencia y seguridad.

Los dispositivos de medición de control automático y otros, se conocen como instrumentos, estos se pueden definir como: "Todo dispositivo que permita medir, transmitir, procesar, registrar, indicar y controlar una variable."

Para que los circuitos de instrumentación trabajen con eficiencia, se necesita que los medios de actuación utilizados, sean neumáticos, eléctricos y actualmente por software (SCD), teniéndose combinaciones de ellos.

B.1. Definiciones de Términos de control.

Actuador: Suministra la fuerza o energía para mover una válvula a través de todo un rango.

Agente o Medio de Control: Material o medio de energía de proceso que afecta el valor de la variable controlada y su cantidad es regulada por el elemento final de control.

Alarma: Dispositivo que indica la existencia de una condición anormal por medio de una señal sonora y/o visible.

Circuito de control de instrumentos: Es un sistema formado por varios instrumentos y/o componentes cuya finalidad principal es el control deseado.

Controlador: Realizar tres funciones básicas, detecta la variable controlada, la compara con el valor deseado y proporciona una señal de corrección.

Controlador automático: Un mecanismo que mide el valor de una cantidad o condición y opera para mantenerla dentro de sus límites.

Convertidor: Dispositivo que recibe información en forma de señal del instrumento, altera la forma de la información y envía una señal de salida resultante.

Elemento de control final: Es la parte del circuito de control, tal como una válvula de diafragma, motor de palanca o calentador eléctrico, estos hacen variar directamente al agente de control.

Elemento de control primario: Es la parte del controlador que es movido por el elemento de medición para actuar el mecanismo del controlador.

Elemento de medición: Aquellos elementos que detectan los cambios de la variable controlada.

Elemento secundario de medición: Todo aquel componente de un instrumento que detecta o infiere la magnitud escalar inducida por un elemento primario cuando éste no es capaz de detectarla directamente.

Función: El propósito o acción realizada por un dispositivo.

Instrumento: Dispositivo usado para medir y/o controlar una variable; el término incluye válvula de control, de alivio y dispositivos eléctricos.

Interruptor: Dispositivo que conecta, desconecta o transfiere uno o más circuitos y no es designado como un controlador, un relevador o una válvula de control.

Luz piloto: Luz que indica la existencia de alguna condición normal de un sistema o dispositivo.

Medición: Determinación de la existencia o magnitud de una variable.

Montado en tablero: Término aplicado a un instrumento que está montado sobre un tablero y que es accesible al operador para su uso normal.

Proceso: Es una operación o conjunto de operaciones en que varía, por lo menos, una característica física o química de un material. Es el principal componente del sistema y la razón de su existencia. El conjunto de operaciones es desarrollado en, y por el equipo en el cual se controlan una o varias variables.

Punto de ajuste: Es el valor de la variable controlada que se desea mantener. Un controlador esta usualmente provisto con un puntero de control u otro medio para colocar el punto de ajuste.

Relevador: Dispositivo que recibe información en forma de señales de uno o más instrumentos, modifica la información y emite una o más señales de salida.

Respuesta del controlador: La acción obtenida de un controlador con un resultado de un cambio en la variable controlada.

Respuesta de dos posiciones: Una respuesta de controlador en la cual el elemento de control final es movido inmediatamente de un extremo a otro de su viaje como resultado de un pequeño cambio en la variable controlada.

Respuesta proporcional: Una respuesta del controlador, la cual es proporcional a los cambios de una variable controlada.

Sistema de Control Distribuido (SCD). Red de procesadores digitales que trabajan con sistema operativo distribuido y operan en el concepto de tiempo real. Su principio está basado en la Teoría de Control Automático, con lo cual se reducen las acciones de supervisión y aumenta la adquisición de datos de la planta.

Tablero: Estructura que tiene un grupo de instrumentos montados en ella y tiene una identificación individual. El tablero puede consistir de una o más secciones, componentes como escritorios, consolas y bastidores.

Tablero local: Un tablero que no es el principal o central, normalmente se localiza cerca de subsistemas o subáreas de la planta.

Transductor: Término general para un dispositivo que recibe información en forma de uno o más cantidades físicas, modifica la información y emite una señal de salida resultante.

Transmisor: Dispositivo que detecta una variable de proceso por medio de un elemento primario y que tiene una salida cuyo valor varía únicamente en función de la variable de proceso.

Válvulas de control: Su función es la de modular el flujo de un fluido del proceso de acuerdo a una señal usualmente generada por el controlador.

Variable de proceso: Cualquier propiedad variable de un proceso.

B.2. Variables a controlar dentro de un proceso.

Las variables más importantes para controlar dentro de un proceso son:

Flujo

Cualquier proceso químico continuo requiere del control de flujo. Estos circuitos son más comunes que los de cualquier otra variable simple, puesto que de ella depende en buena medida, la cantidad y la calidad requeridas de los productos de una planta de proceso.

Temperatura.

La energía en forma de calor es otra variable importante, ésta se puede controlar en algunas reacciones químicas pero en otras no, para esto es necesario un buen control automático.

Presión.

El control de la presión es necesario en todos los procesos químicos, muchas reacciones están en función de la presión al igual que de la temperatura. Así, la inspección para obtener las condiciones deseadas en una reacción, se lleva a cabo controlando la presión junto con los flujos a través de los equipos y tuberías.

Nivel.

Otra función importante en los procesos continuos es el control del nivel, éste se utiliza para elaborar balances de materia cuando hay variaciones en las corrientes de materia prima, para el

funcionamiento propio de torres fraccionarias, tanques fijos y otros equipos, para regular las corrientes de productos intermedios y finales, y para facilitar el almacenaje. El control de nivel también está asociado con el control de flujo.

B.2.1. Otras variables a controlar.

Las cuatro variables antes mencionadas son básicas en el control de algunos procesos.

Ciertas variables pueden definirse como una forma de controlar energía, otras no entran en esta definición. En las siguientes lista se incluyen otras variables importantes de medición y control.

Análisis de componentes:

Hay varios tipos de mecanismos analíticos utilizados para medir los componentes en una corriente de proceso o en una mezcla.

Propiedades Físicas:

Estas propiedades deben controlarse con frecuencia, incluyendo la viscosidad, el peso específico, índice de fusión, neblina, turbidez, punto de ebullición inicial o final y el color.

Propiedades químicas:

En varios procesos las propiedades químicas necesitan ser controladas, incluyendo el pH, conductividad y Redox.

Diversas formas de energía:

Otras variables que algunas veces pueden ser controladas son la velocidad, frecuencia, potencia, voltaje y corriente.

B.3. Tipos de control

B.3.1. Control manual

Cuando la industria de la instrumentación se inició, el control de las variables era hecho directamente por hombres que debían observar fijamente los cambios que sucedían en un equipo o en un proceso en general. Actualmente los sistemas de control de las plantas para procesos industriales, aún los de las más modernas, se reducen al control manual y automático.

La figura (B.1) muestra un esquema de control manual en donde un valor o cantidad (variable controlada) está continuamente midiéndose y comparándose con otro valor (valor deseado de la variable), si son iguales o están dentro de los límites prefijados existe un (error), a continuación se

produce una corrección en la (variable manipulada) por medio de la interfase, para llevar a la variable controlada a los límites preestablecidos.

En esta figura, se representa un sistema de control con interfase humana, es decir un sistema de control manual y en este caso el elemento primario y el receptor (la medición) forman lo que se conoce como un circuito de instrumentación.

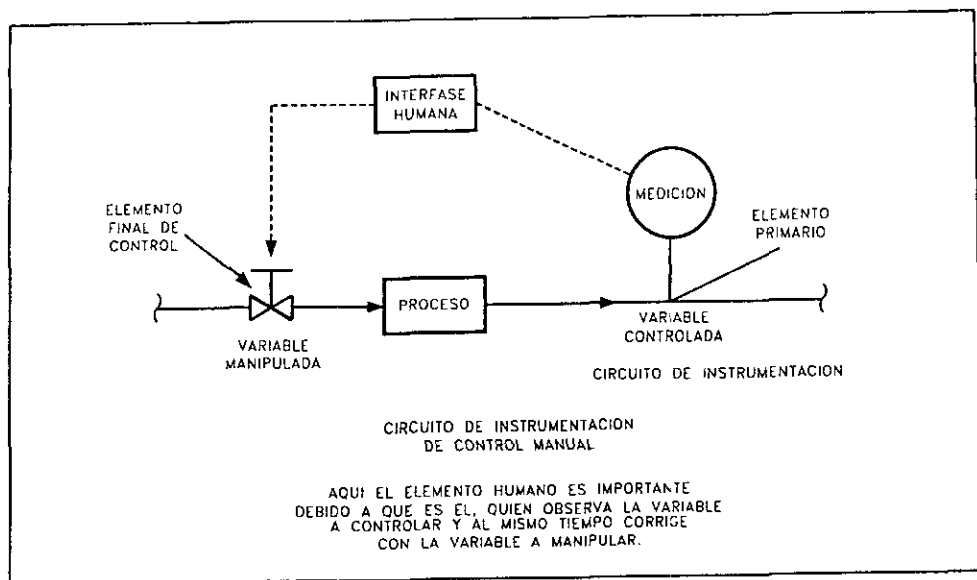


FIGURA B.1. Sistema de control manual.

B.3.2. Control automático

El control manual no era del todo satisfactorio, así que surgió el control automático el cual tiene como único propósito obtener la producción de una manera más económica, ya que algunos procesos no serían posibles excepto a través del uso de controles automáticos.

El control automático puede definirse como: "La técnica de medir el valor de una variable y producir una respuesta para evitar su desviación de un valor prefijado".

La figura (B.2.) muestra un esquema del sistema de control con interfase automática, ésta requiere de otro elemento, el receptor para formar el circuito de instrumentación.

Un circuito de control automático puede usar varios mecanismos para conseguir el control de una variable en un proceso. No importa el número de elementos usados, el circuito contendrá al menos cuatro integrantes básicos: detector, medidor, controlador y elemento de control final.

En general los sistemas de control pueden ser manuales, automáticos o semiautomáticos; de circuito abierto o cerrado.

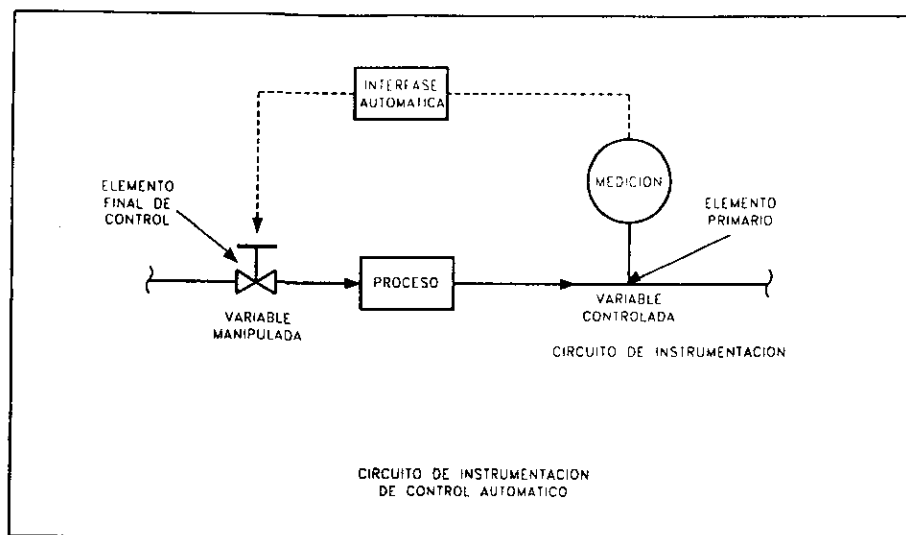


FIGURA B.2. Control automático.

En los sistemas de control de circuito abierto no existe una conexión entre la variable controlada y la variable manipulada. Ver figura (B.3.).

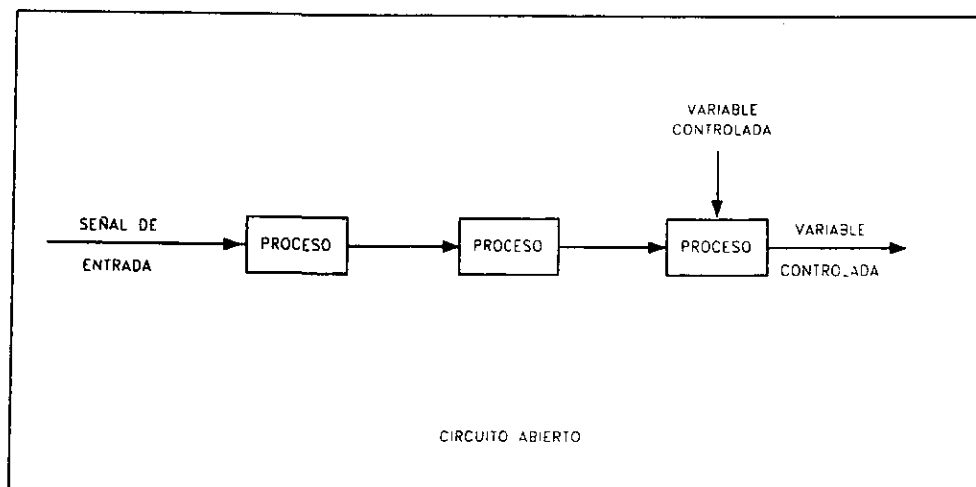


FIGURA B.3. Control automático, circuito abierto.

En los sistemas de control de circuito cerrado existe una relación directa entre la variable controlada y la variable manipulada (una modifica a la otra). El sistema de control más común en la industria es

el sistema de control automático de circuito cerrado, en la figura (B.4.) se puede observar los componentes básicos de este sistema.

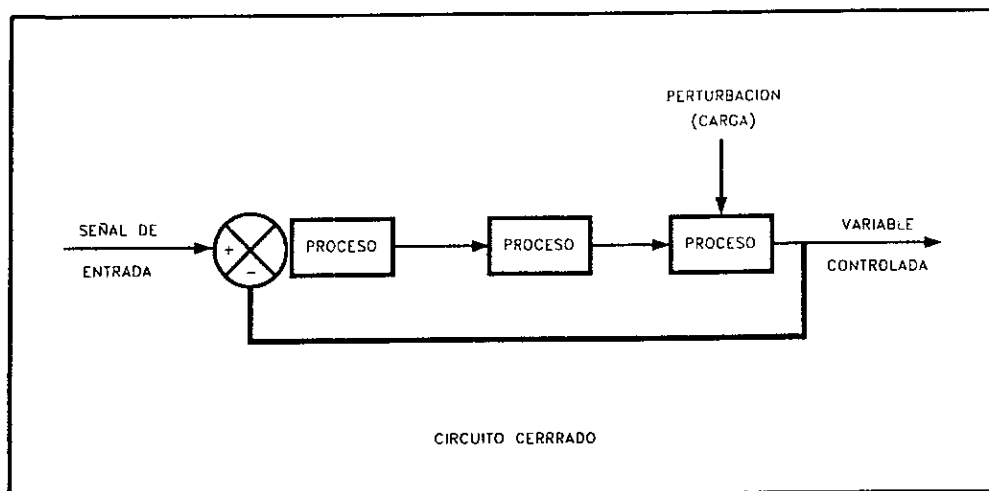


FIGURA B.4. Control automático, circuito cerrado.

B.3.3. Sistemas de control

Los sistemas de control, básicamente, constan de las siguientes partes:

1. Elemento Primario
2. Elemento Secundario
3. Controlador
4. Elemento final de Control

1. Elemento primario:

El elemento primario es el dispositivo que mide directamente el valor de la variable que se desea controlar, el valor es enviado a un dispositivo,

2. Elemento Secundario

Que es un transmisor que convierte el valor de la variable en una señal proporcional a ese valor. La señal puede ser neumática o eléctrica, la cual es enviada a un,

3. Controlador

El controlador compara esta señal (correspondiente a un valor de la variable controlada), con el valor deseado, (valor que se fija previamente al controlador o set-point) y emite una señal que permite

corregir la diferencia entre el valor medido y el valor deseado de la variable. La señal del controlador es recibida por;

4. Elemento final de Control

El elemento final del control, el cual a su vez modifica el valor de la variable manipulada, la que al cambiar, va a modificar el valor de la variable controlada, corrigiendo su desviación con respecto al valor deseado. Esto se observa mejor en la figura B.5.

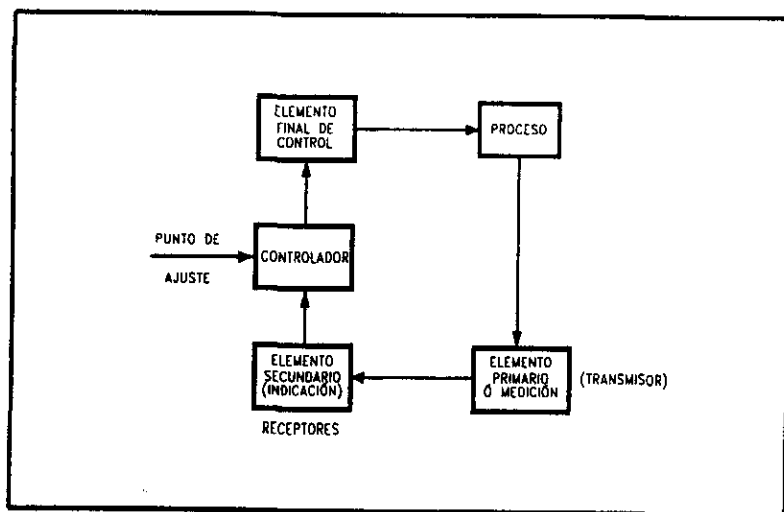


FIGURA B.5. Sistema de control.

B.4. Identificación de instrumentos por medio de letras.

En la tabla (1) se muestran las letras que generalmente son utilizadas, además de su significado y la posición o posiciones permitidas cuando se combinan.

En el uso de estas letras y sus combinaciones se deben de seguir las siguientes reglas:

- Las letras de identificación se escriben siempre con mayúsculas. Las excepciones son: "d", "r" y "p", esta última sólo en la combinación pH.
- Cada letra tendrá un sólo significado al usarse como primera letra en cualquier combinación que define la variable de proceso.
- Cada letra tendrá un sólo significado cuando se use como segunda o tercera letra en una combinación al definir el tipo de servicio.
- No pueden usarse letras o combinaciones de letras intermedias.

LETRAS MAYUSCULAS	DEFINICIÓN Y POSICIONES PERMITIDAS EN CUALQUIER COMBINACION.		
	PRIMERA LETRA VARIABLE DE PROCESO	SEGUNDA LETRA TIPO DE REGISTRO U OTRA FUNCIÓN	TERCERA LETRA FUNCIÓN ADICIONAL
A		ALARMA O ANALIZADOR	ALARMA
C	CONDUCTIVIDAD	CONTROL	CONTROL
D	DENSIDAD	ELEMENTO PRIMARIO	
E			
F	FLUJO	RELACIONADOR	
G		CRISTAL (NO MIDE)	
H	MANUAL (ACTUANTE)		
I		INDICADOR	
L	NIVEL		
M	HUMEDAD		
P	PRESION		
R		REGISTRO (REGISTRADOR)	
S	RAPIDEZ	SEGURIDAD O INTERRUPTOR	
T	TEMPERATURA	TRANSMISOR	TRANSMISOR
V	VISCOSIDAD		VÁLVULA
W	PESO	PÓZO	
Y		CONVERTIDOR	

Tabla 1

A continuación se presenta una lista de símbolos de letras, con la mayoría de las combinaciones de las variables que se desean controlar y que son encontradas con mayor frecuencia dentro de los diferentes dibujos que son generados para los diferentes procesos, dentro de una firma de Ingeniería.

LISTA DE SIMBOLOS DE LETRAS.

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
A ANÁLISIS	
AA	ALARMA DE ANÁLISIS
AE	ELEMENTO DE ANÁLISIS
AI	INDICADOR DE ANÁLISIS
AIC	INDICADOR CONTROLADOR DE ANALISIS
AIT	INDICADOR TRANSMISOR DE ANALISIS
AR	REGISTRADOR DE ANALISIS
ARC	REGISTRADOR CONTROLADOR DE ANALISIS
AS	INTERRUPTOR DE ANALISIS
AT	TRANSMISOR DE ANALISIS (CIEGO)
ACV	VALVULA DE CONTROL DE ANALISIS
B FLAMA	
BA	ALARMA DE FLAMA
BE	DETECTOR DE FLAMA
BI	INDICADOR DE FLAMA
BS	INTERRRUPTOR DE FLAMA
C CONDUCTIVIDAD	
CA	ALARMA DE CONDUCTIVIDAD
CE	CELDA DE CONDUCTIVIDAD
CI	INDICADOR DE CONDUCTIVIDAD
CIC	INDICADOR CONTROLAR DE CONDUCTIVIDAD
CIT	INDICADOR TRANSMISOR DE CONDUCTIVIDAD
CR	REGISTRADOR DE CONDUCTIVIDAD
CRC	REGISTRADOR CONTROLADOR DE CONDUCTIVIDAD
CS	INTERRUPTOR DE CONDUCTIVIDAD
CT	TRANSMISOR DE CONDUCTIVIDAD (CIEGO)
CCV	VALVULA DE CONTROL DE CUNDUCTIVIDAD
D DENSIDAD.	
DA	ALARMA DE DENSIDAD
DE	ELEMENTO DE DENSIDAD
DI	INDICADOR DE DENSIDAD
DIC	INDICADOR CONTROLADOR DE DENSIDAD
DIT	INDICADOR TRANSMISOR DE DENSIDAD
DR	REGISTRADOR DE DENSIDAD
DRC	REGISTRADOR CONTROLADOR DE DENSIDAD
DS	INTERRUPTOR DE DENSIDAD
DT	TRANSMISOR DE DENSIDAD (CIEGO)
DCV	VALVULA DE CONTROL DE DENSIDAD

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
E VOLTAJE	
EA	ALARMA DE VOLTAJE
EI	INDICADOR DE VOLTAJE
AR	REGISTRADOR DE VOLTAJE
F FLUJO	
FA	ALARMA DE FLUJO
FC	CONTROLADOR DE FLUJO (CIEGO)
FCV	VALVULA DE CONTROL DE FLUJO
FE	ELEMENTO DE FLUJO (ORIFICIO, PITOT, PLACA DE ORIFICIO, ETC.)
FFIC	INDICADOR CONTROLADOR DE RELACION DE FLUJO
FFRC	REGISTRADOR CONTROLADOR DE RELACION DE FLUJO
FG	MIRILLA DE FLUJO
FI	INDICADOR DE FLUJO
FIC	INDICADOR CONTROLADOR DE FLUJO
FIT	INDICADOR TRANSMISOR DE FLUJO
FQ	CONTADOR O TOTALIZADOR DE FLUJO
FQI	INDICADOR TOTALIZADOR DE FLUJO
FQR	REGISTRADOR TOTALIZADOR DE FLUJO
FR	REGISTRADOR DE FLUJO
FRC	REGISTRADOR CONTROLADOR DE FLUJO
FS	INTERRUPTOR DE FLUJO
FT	TRASMISOR DE FLUJO
H MANUAL	
HIC	INDICADOR CONTROLADOR MANUAL (ESTACION)
HS	INTERRUPTOR MANUAL
HCV	VALVULA DE CONTROL MANUAL
I CORRIENTE	
IA	ALARMA DE CORRIENTE
IE	ELEMENTO DE CORRIENTE
II	INDICADOR DE CORRIENTE (AMPERIMETRO)
IR	REGISTRADOR DE CORRIENTE
J POTENCIA	
Jl	INDICADOR DE POTENCIA
K TIEMPO	
KA	ALARMA DE TIEMPO
KC	CONTROLADOR DE TIEMPO
KI	INDICADOR DE TIEMPO (RELOJ)
KIC	INDICADOR CONTROLADOR DE TIEMPO

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
L NIVEL	
LA	ALARMA DE NIVEL
LC	CONTROLADOR DE NIVEL
LCV	VALVULA DE CONTROL DE NIVEL
LG	INDICADOR DE NIVEL (VIDRIO)
LI	INDICADOR DE NIVEL
LIC	INDICADOR CONTROLADOR DE NIVEL
LIT	INDICADOR TRANSMISOR DE NIVEL
LR	REGISTRADOR DE NIVEL
LRS	REGISTRADOR CONTROLADOR DE NIVEL
LS	INTERRUPTOR DE NIVEL
LT	TRANSMISOR DE NIVEL (CIEGO)
M HUMEDAD	
MA	ALARMA DE HUMEDAD
ME	ELEMENTO DE HUMEDAD
MI	INDICADOR DE HUMEDAD
MIC	INDICADOR CONTROLADOR DE HUMEDAD
MR	REGISTRADOR DE HUMEDAD
MRC	REGISTRADOR CONTROLADOR DE HUMEDAD
MS	INTERRUPTOR DE HUMEDAD
P PRESIÓN	
PA	ALARMA DE PRESION
PC	CONTROL DE PRESION (CIEGO)
PCV	VALVULA DE CONTROL DE PRESION
PDA	ALARMA DE PRESION DIFERENCIAL
PDC	CONTROLADOR DE PRESION DIFERENCIAL
PDCV	VALVULA DE CONTROL DE PRESION DIFERENCIAL
PDI	INDICADOR DE CONTROL DIFERENCIAL
PDIC	INDICADOR CONTROLADOR DE PRESION DIFERENCIAL
PDR	REGISTRADOR DE PRESION DIFERENCIAL
PDRC	REGISTRADOR CONTROLADOR DE PRESION DIFERENCIAL
PDS	INTERRUPTOR DE PRESION DIFERENCIAL
PDT	TRANSMISOR DE PRESION DIFERENCIAL
PDV	VALVULA DE CONTROL DE PRESION DIFERENCIAL
PI	INDICADOR DE PRESION
PIC	INDICADOR CONTROLADOR DE PRESION
PIT	INDICADOR TRANSMISOR DE PRESION
PR	REGISTRADOR DE PRESION
PRC	REGISTRADOR CONTROLADOR DE PRESION
PS	INTERRUPTOR DE PRESION
PSE	ELEMENTO DE SEGURIDAD DE PRESION
PSV	VALVULA DE SEGURIDAD
PT	TRANSMISOR DE PRESION (CIEGO)

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Q CANTIDAD	
QS	INTERRUPTOR DE TOTALIZADOR
QQ	INTEGRADOR DE TOTALIZADOR
S VELOCIDAD	
SA	ALARMA DE VELOCIDAD
SC	CONTROLADOR DE VELOCIDAD (CIEGO)
SI	INDICADOR DE VELOCIDAD
SIC	INDICADOR CONTROLADOR DE VELOCIDAD
SIT	INDICADOR TRANSMISOR DE VELOCIDAD
SR	REGISTRADOR DE VELOCIDAD
SRC	REGISTRADOR CONTROLADOR DE VELOCIDAD
SS	INTERRUPTOR DE VELOCIDAD
ST	TRANSMISOR DE VELOCIDAD (CIEGO)
SCV	VALVULA DE CONTROL DE VELOCIDAD
T TEMPERATURA	
TA	ALARMA DE TEMPERATURA
TC	CONTROLADOR DE TEMPERATURA
TCV	VALVULA DE CONTROL DE TEMPERATURA
TDA	ALARMA DE DIFERENCIA DE TEMPERATURA
TDI	INDICADOR DIFERENCIAL DE TEMPERATURA
TDIC	INDICADOR CONTROLADOR DE TEMPERATURA DIFERENCIAL
TDR	REGISTRADOR DE DIFERENCIAL DE TEMPERATURA
TDRC	REGISTRADOR CONTROLADOR DE DIFERENCIAL DE TEMPERATURA
TDS	INTERRUPTOR DE DIFERENCIAL DE TEMPERATURA
TDV	VALVULA DE CONTROL DE DIFERENCIAL DE TEMPERATURA
TE	ELEMENTO DE TEMPERATURA
TI	INDICADOR DE TEMPERATURA (TERMOMETRO)
TIC	INDICADOR CONTROLADOR DE TEMPERATURA
TIT	INDICADOR TRANSMISOR DE TEMPERATURA
TR	REGISTRADOR DE TEMPERATURA
TRC	REGISTRADOR CONTROLADOR DE TEMPERATURA
TS	INTERRUPTOR DE TEMPERATURA
TT	TRANSMISOR DE TEMPERATURA
TW	TÉRMOPOZO
V VISCOSIDAD	
VA	ALARMA DE VISCOSIDAD
VI	INDICADOR DE VISCOSIDAD

Por otra parte, también es necesario (a parte de indicar de que instrumento se trata con las diferentes letras presentadas anteriormente), el número de instrumento, para lo cual en la mayoría de los casos, es necesario agregar un número para establecer su identificación específica. Cualquier sistema de numeración en serie es adecuado, este puede pertenecer a un proceso unitario o bien puede ser todo un sistema completo de números para una planta, o grupos de plantas.

De cualquier forma, la serie de números consecutivos deberá ser apropiada para usarse en las identificaciones generales, por ejemplo dentro de este trabajo se tiene: 2TCV-2032, que se refiere a una válvula de control de temperatura.

TÍPICOS DE INSTRUMENTACIÓN.

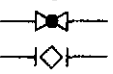
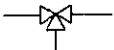
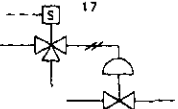
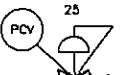
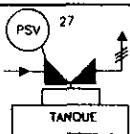
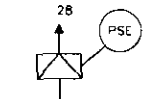
C.1. Símbolos.

Los símbolos se utilizan para indicar la posición de cada instrumento dentro de DFP's, DTI's, Isométricos, etcétera.

En los dibujos que se presentan a continuación (y que son los símbolos que utiliza la ISA), se establece cuales son los principales típicos de instrumentación que son manejados en la actualidad dentro de los trabajos que efectúan las firmas de Ingeniería.

Por otra parte y para tener una mejor referencia de la forma en que se usan estos símbolos, principalmente para no confundir a quién en determinado momento los observe y además de que puedan ser visualizados apropiadamente en un dibujo de dimensiones adecuadas, a continuación se indican algunas notas importantes para tomarse en cuenta cuando se elabore un dibujo como los mencionados inicialmente.

- I. El círculo que indica un instrumento en un elemento de control, equipo o tubería, deberá ser de aproximadamente de 1 cm. de diámetro y distribuido de manera adecuada.
- II. Es necesario repetir la identificación para el transmisor, elemento de control, elemento primario, es decir, se deben nombrar todos los elementos de acuerdo al instrumento principal al cual se encuentran interconectados.
- III. De ser necesario, se puede agregar una pequeña nota a un lado del símbolo, para aclarar la función o propósito de algún componente del circuito de medición o control. La función principal de esta nota, es la de evitar que se use una gran variedad de símbolos, los cuales complicarían el entendimiento de lo que se quiere indicar en un dibujo.

 CIRCULO CON UN DIAMETRO DE 1 cm. MONTADO LOCALMENTE	 MONTADO EN TABLERO (AL FRENTE)	 SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO	 MONTADO LOCALMENTE (AL FRENTE) INSTRUMENTO CON DOS SERVICIOS O FUNCIONES	 MONTADO EN TABLERO (AL FRENTE) INSTRUMENTO CON DOS SERVICIOS O FUNCIONES	 LUZ PILOTO	 INTERLOCK
 SEÑAL DE ALARMA EN SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO	 VALVULA DE COMPUERTA	 VALVULA DE ANGULO	 VALVULA MARIPOSA O DE PERSIANA.	 VALVULA DE BOLA O MACHO	 VALVULA DE TRES VIAS	 VALVULA DE CUATRO VIAS
 VALVULA DE CONTROL	 ACTUADOR NEUMATICO TIPO DIAFRAGMA.	 DIAFRAGMA CON POSICIONADOR ! CON VALVULA SOLENOIDE QUE DEJA PASAR EL FLUIDO QUE ACTUA EL DIAFRAGMA. (COMUN)	 DIAFRAGMA BALANCEADA POR PRESION	 VALVULA OPERADA POR MOTOR ELECTRICO	 VALVULA OPERADA POR PISTON (SIMPLE)	 VALVULA OPERADA POR PISTON (DOBLE ACCION)
 VALVULA SOLENOIDE	 VALVULA DE SEGURIDAD O RELEVO DE PRESION	 ROTAMETRO.	 REGULADOR DE PRESION AUTO OPERADA.	 REGULADOR DE PRESION CON TOMA EXTERNA.	 REGULADORA DE PRESION Y VACIO CON CONTROL DE CAJA DE REGISTRO	 DISCO DE RUPTURA O CABEZAL DE SEGURIDAD PARA RELEVO DE PRESION

NOTAS:

- 1.- DEL CUADRO 1 AL 8, SON SIMBOLOS DE INSTRUMENTOS DIVERSOS
- 2.- DEL CUADRO 8 AL 15, SON SIMBOLOS DE VALVULAS DE CONTROL (DIVERSAS)
- 3.- DEL CUADRO 16 AL 22, SON SIMBOLOS DE ACTUADORES.
- 4.- DEL CUADRO 23 AL 28, SON SIMBOLOS DE REGULADORES, VALVULAS Y OTROS MECANISMOS AUTOACTUADOS.

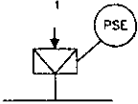
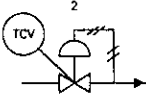
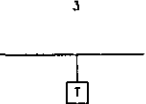
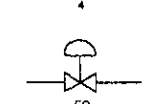
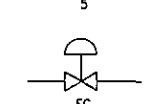
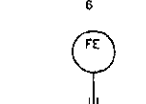
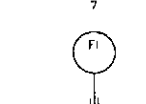
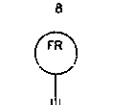
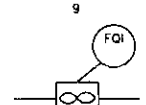
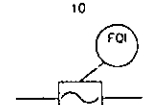
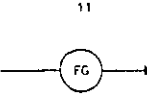
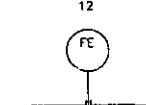
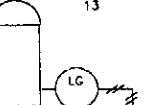
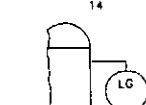
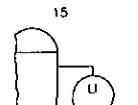
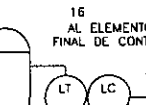
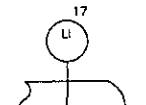
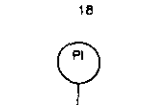
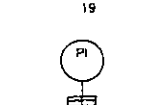
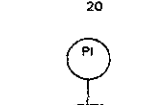
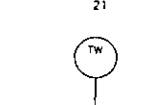
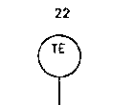
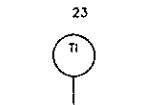
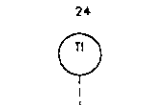
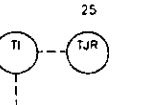
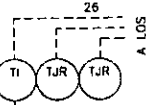
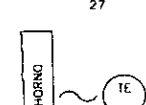
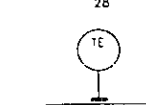


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"

SIMBOLOS DE INSTRUMENTACIÓN (GENERAL)

DIBUJO 1 DE 3

FECHA: 15/04/78 LOCAL: ESC. 11
FES "ZARAGOZA" MÉXICO D.F. RES. D. 11

 DISCO DE RUPTURA O CABEZAL DE SEGURIDAD PARA RELEVO DE VACIO	 REGULADOR DE TEMPERATURA	 TRAMPA	 VALVULA DE DOS VAS ABIERTA EN CASO DE FALLA	 VALVULA DE DOS VAS CERRADA EN CASO DE FALLA	 ELEMENTO DE FLUJO	 INDICADOR DE FLUJO
 REGISTRADOR DE FLUJO	 MEDIDOR DE DESPLAZAMIENTO TIPO MASICO	 MEDIDOR DE DESPLAZAMIENTO TIPO TURBINA	 MIRILLA DE FLUJO SENCILLA.	 PLACA DE ORIFICIO	 CONTROLADOR DE NIVEL CIEGO	 MIRILLA DE NIVEL DE CRISTAL
 INDICADOR DE NIVEL TIPO VENTANA MAGNETICA O FLOTADOR	 TRANSMISOR CONTROLADOR DE NIVEL TIPO FLOTADOR	 INDICADOR DE NIVEL TIPO FLOTANTE	 INDICADOR DE PRESION	 INDICADOR DE PRESION CONECTADO A SELLO QUIMICO. (CON TOMA DE PRESION)	 INDICADOR DE PRESION CONECTADO A SELLO QUIMICO (CON TOMA DE PRESION MONTADO EN LINEA)	 TERMOPOZO
 ELEMENTO DE TEMPERATURA	 INDICADOR DE TEMPERATURA (TERMOMETRO BIMETALICO POR LO GRAL)	 ELEMENTO DE TEMPERATURA TIPO TERMOPAR O BULBO DE RESISTENCIA	 TERMOPAR SENCILLO CONECTADO A INDICADOR MULTIPLE DE TEMPERATURA CON INTERRUPTOR INTEGRAL.	 TERMOPAR MULTIPLE CONECTADO PARA DIFERENTES ELEVACIONES DE TERMOPOZO	 ELEMENTO DE TEMPERATURA TIPO RADIACION TERMICA.	 SENSOR DE TEMPERATURA MONTADO EN SUPERFICIE

NOTAS:

- 1.- DEL CUADRO 1 AL 5, SON SIMBOLOS DE REGULADORES, VALVULAS Y OTROS MECANISMOS AUTOACTUADOS.
- 2.- DEL CUADRO 6 AL 12, SON SIMBOLOS TÍPICOS DE INSTRUMENTACIÓN PARA FLUJO
- 3.- DEL CUADRO 13 AL 17, SON SIMBOLOS TÍPICOS DE INSTRUMENTACIÓN PARA NIVEL
- 4.- DEL CUADRO 18 AL 20, SON SIMBOLOS TÍPICOS DE INSTRUMENTACIÓN PARA PRESION
- 5.- DEL CUADRO 21 AL 28, SON SIMBOLOS TÍPICOS DE INSTRUMENTACIÓN PARA TEMPERATURA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"

SÍMBOLOS DE INSTRUMENTACIÓN (GENERAL)

DIBUJO 2 DE 3

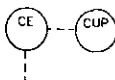
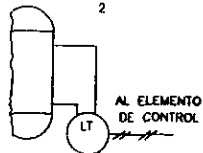
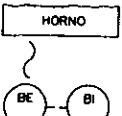
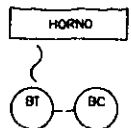
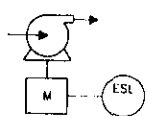
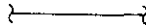
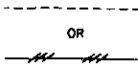
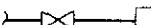
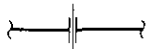
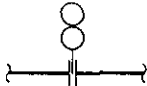
FECHA
15/04/78

LUGAR

FES "ZARAGOZA", MÉXICO D.F.

CSC #1

LIB. 11. 27

 CELDA DE CONDUCTIVIDAD CONECTADA A ESCANEADOR DE CONDUCTIVIDAD	 TRANSMISOR DE DENSIDAD TIPO DIFERENCIAL DE PRESION	 DETECTOR DE FLAMA CONECTADO A INDICADOR DE INTENSIDAD DE FLAMA	 CAMARA DE TELEVISION Y RECEPTOR PARA OBSERVACION DE FLAMA	 RELOJ	 SECUENCIADOR POR TIEMPO APAGADO-ENCENDIDO	 INTERRUPTOR DE BAJO VOLTAJE
 LINEA DE PROCESO	 LINEA DE SERVICIO	 SEÑAL ELECTRICA	 SEÑAL NEUMATICA	 SEÑAL HIDRAULICA	 TUBO CAPILAR	 SEÑAL ELECTROMAGNETICA (GUIADA)
 SEÑAL ELECTROMAGNETICA (NO GUIADA)	 SEÑAL DE SOFTWARE	 LINEA CON VENA DE CALENTAMIENTO	 LINEA CON AISLAMIENTO	 ARRESTADOR DE FLAMA	 CONEXION PARA MANGUERA	 BRIDA CIEGA
 PLACA DE ORIFICIO	 TAPON ROSCADO DE CACHUCA	 TAPON SOLDADO DE CACHUCA	 PLACA FIGURA OCHO	 REDUCCION CONCENTRICA	 REDUCCION EXCENTRICA	 DRENAL ABIERTO

NOTAS:

- 1.- DEL CUADRO 1 AL 7, SON SIMBOLOS DE INSTRUMENTOS DIVERSOS
 2.- DEL CUADRO 8 AL 16, SON SIMBOLOS TÍPICOS DE LINEAS DE INSTRUMENTACION
 3.- DEL CUADRO 17 AL 28, SON SIMBOLOS TÍPICOS DE LINEAS Y ACCESORIOS



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
 "ZARAGOZA"

SÍMBOLOS DE INSTRUMENTACIÓN (GENERAL)

DISEÑO 3 DE 3

FECHA: FEB "ZARAGOZA" MÉXICO D.F. ESC. 11

ANEXO D

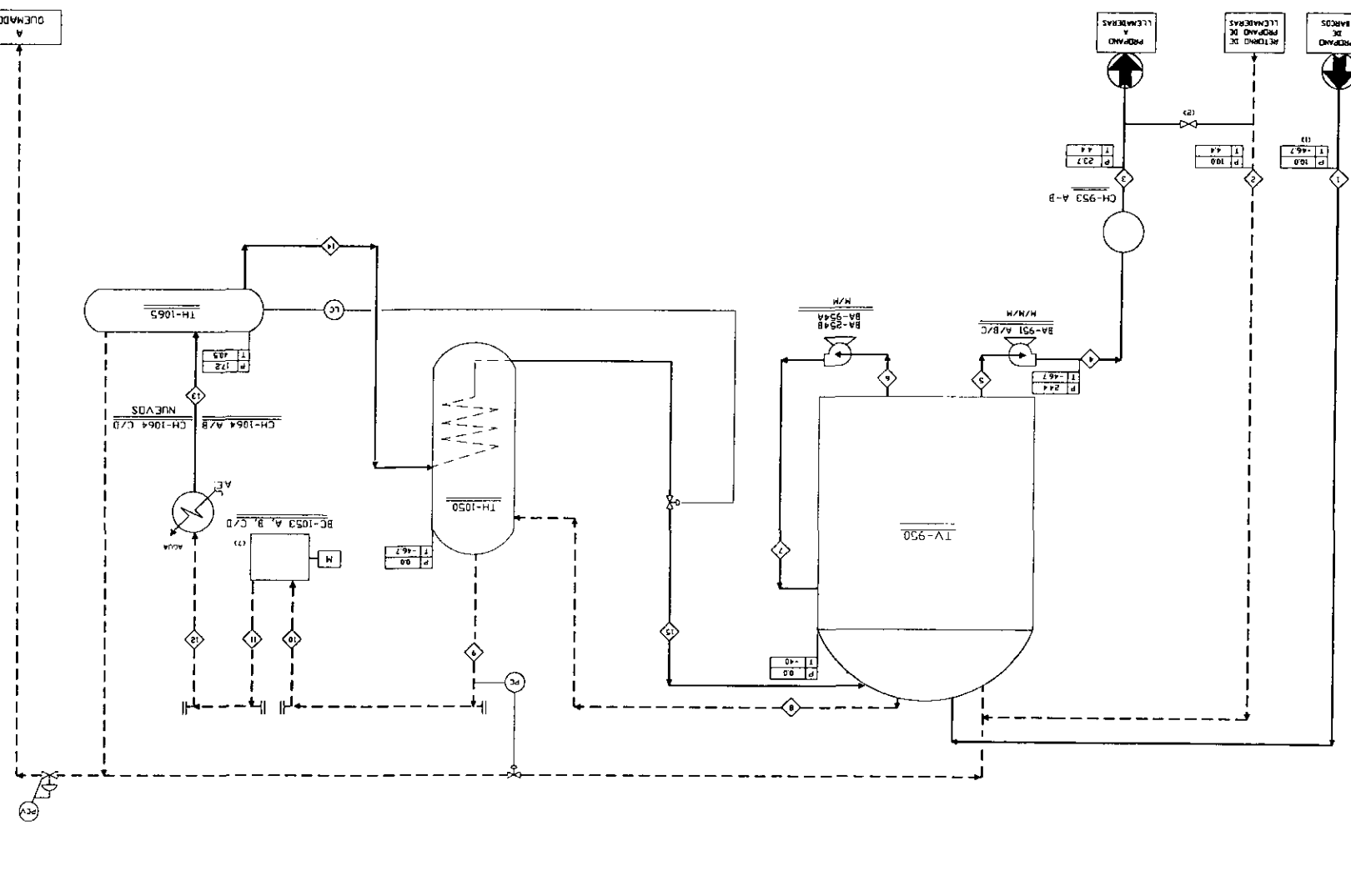
DIBUJOS ELABORADOS PARA LA INGENIERÍA BÁSICA DESARROLLADA POR PROCESO.

A continuación se presentan los dibujos donde se indican los cambios a implementar dentro del desarrollo de la Ingeniería Básica Conceptual, entre los cuales se encuentran los correspondientes a:

- D.1. Diagramas de Flujo de Proceso de LPG
- D.2. Diagramas de Flujo de Proceso de Amoniaco.
- D.3. Diagrama de Flujo de Proceso de Paquete de Aceite Térmico
- D.4. Diagramas de Tubería e Instrumentación del Proceso de LPG
- D.5. Diagramas de Tubería e Instrumentación del Proceso de Amoniaco.
- D.6. Diagramas de Tubería e Instrumentación de Servicios Auxiliares
- D.7. Planos de Localización General
- D.8. Plano de Notas Generales Leyendas y Símbolos

Los ajustes respectivos dentro de estos dibujos, fueron mencionados en su oportunidad en el capítulo dos, donde se indican los cambios a implementar en cada uno de ellos.

COMPONENTE	FLUIDO	PESO MOLECULAR	Kg/m ³	°C	T	°F	kg/cm ² man	PSIG
1	REFRIGERANTE	428	125.000	4.23	40	-40	10	142.3
2	REFRIGERANTE	428	125.000	4.23	40	-40	10	142.3
3	REFRIGERANTE	428	125.000	4.23	40	-40	10	142.3
4	REFRIGERANTE	428	125.000	4.23	40	-40	10	142.3
5	REFRIGERANTE	428	125.000	4.23	40	-40	10	142.3
6	REFRIGERANTE	428	125.000	4.23	40	-40	10	142.3
7	REFRIGERANTE	428	125.000	4.23	40	-40	10	142.3
8	REFRIGERANTE	428	125.000	4.23	40	-40	10	142.3
9	REFRIGERANTE	428	125.000	4.23	40	-40	10	142.3
10	REFRIGERANTE	428	125.000	4.23	40	-40	10	142.3
11	REFRIGERANTE	428	125.000	4.23	40	-40	10	142.3
12	REFRIGERANTE	428	125.000	4.23	40	-40	10	142.3
13	REFRIGERANTE	428	125.000	4.23	40	-40	10	142.3
14	REFRIGERANTE	428	125.000	4.23	40	-40	10	142.3
15	REFRIGERANTE	428	125.000	4.23	40	-40	10	142.3
16	REFRIGERANTE	428	125.000	4.23	40	-40	10	142.3
17	REFRIGERANTE	428	125.000	4.23	40	-40	10	142.3
18	REFRIGERANTE	428	125.000	4.23	40	-40	10	142.3
19	REFRIGERANTE	428	125.000	4.23	40	-40	10	142.3
20	REFRIGERANTE	428	125.000	4.23	40	-40	10	142.3



LISTA DE EQUIPO

CLAVE	NOMBRE	CARACTERISTICAS
BA-951 A	BOMBA DE RECARGA	CAP: 182.95 LPM, ΔP=24.32 kg/cm ² PESCAJAS 0.10 kg/cm ² man (1.4 PSIG) DE LPG
BA-951 B	BOMBA DE RECARGA	CAP: 182.95 LPM, ΔP=24.32 kg/cm ² PESCAJAS 0.10 kg/cm ² man (1.4 PSIG) DE LPG
BA-951 C	BOMBA DE RECARGA	CAP: 182.95 LPM, ΔP=24.32 kg/cm ² PESCAJAS 0.10 kg/cm ² man (1.4 PSIG) DE LPG
CH-1064 A/B	COMPRESORES DE LPG	CAP: 116 m ³ /std (2892 SCFM) POTENCIA: 6612 HP RC: 18.03
TH-1065	ACUMULADOR FINAL DEL COMPRESOR	DIAMETRO 3050 mm (10'-0") LARGITUD 5180 mm (17'-0") PESCAJAS 0.10 kg/cm ² man (1.4 PSIG) DE LPG
TV-950	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	CAP: 20.000 TON METRICAS DIAMETRO 4310 mm (14'-0") LARGITUD 5790 mm (19'-0") PESCAJAS 0.10 kg/cm ² man (1.4 PSIG) DE LPG

NOTAS

- 1 - PRESION EN kg/cm² man Y TEMPERATURA EN °C
- 2 - NORMALMENTE SIN FLUIDO

		"ZARAGOZA" FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES	
DISEÑO: JESUS HDEZ. CRD.	VERIFICÓ: ING. NICOLAS GARCIA MARTINEZ	APROBÓ: ING. RENE DE LA VEGA MEDINA	REV.: 0
DESCRIPCION: APROBADO PARA CONSTRUCCION		FECHA: 15/JUL/98	DIBUJO No.: DRP-001
LUGAR: ZARAGOZA, MEXICO D.F.		ESCALA: 1:100	DISEÑO DE FLUIDO DE PROCESO

		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ZARAGOZA"	
DESARÑO GRO.		JESÚS HÉCTOR ING. NICOLÁS GARCÍA MARTÍNEZ	
VERIFICADO: APROBADO:		ING. RENÉ DE LA MORA VECINA REV.:	
0 APROBADO PARA CONSTRUCCIÓN.		15/04/98 FECHA	
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO		LPO	
LUGAR FES "ZARAGOZA" VECINA D.F.		DISEÑO No.: DEP-100	
ESC:		ESC:	

CONTROL	_____
VAPOR	_____
LIQUID	_____

- 1. PRESION EN KG/CM² Y TEMPERATURA EN °C
- 2. MOVIMIENTO SIN FLUJO
- 3. VEO EL GRP DEL PAQUETE DE ACEITE DE CALENTAMIENTO
- 4. EL EQUIPO NUEVO SE INDICA CON 
- 5. EL CALENTADOR CH-353 SERA REEMPLAZADO POR EL PAQUETE DE CALENTAMIENTO
- 6. EL COMPRESOR BOC-10533 C SERA REEMPLAZADO COMO RELEVIO COMPLETO Y SE REEMPLAZARA EL MOTOR DE COMPRESION INTERNA

NOTAS

42

TRQS

NOTES

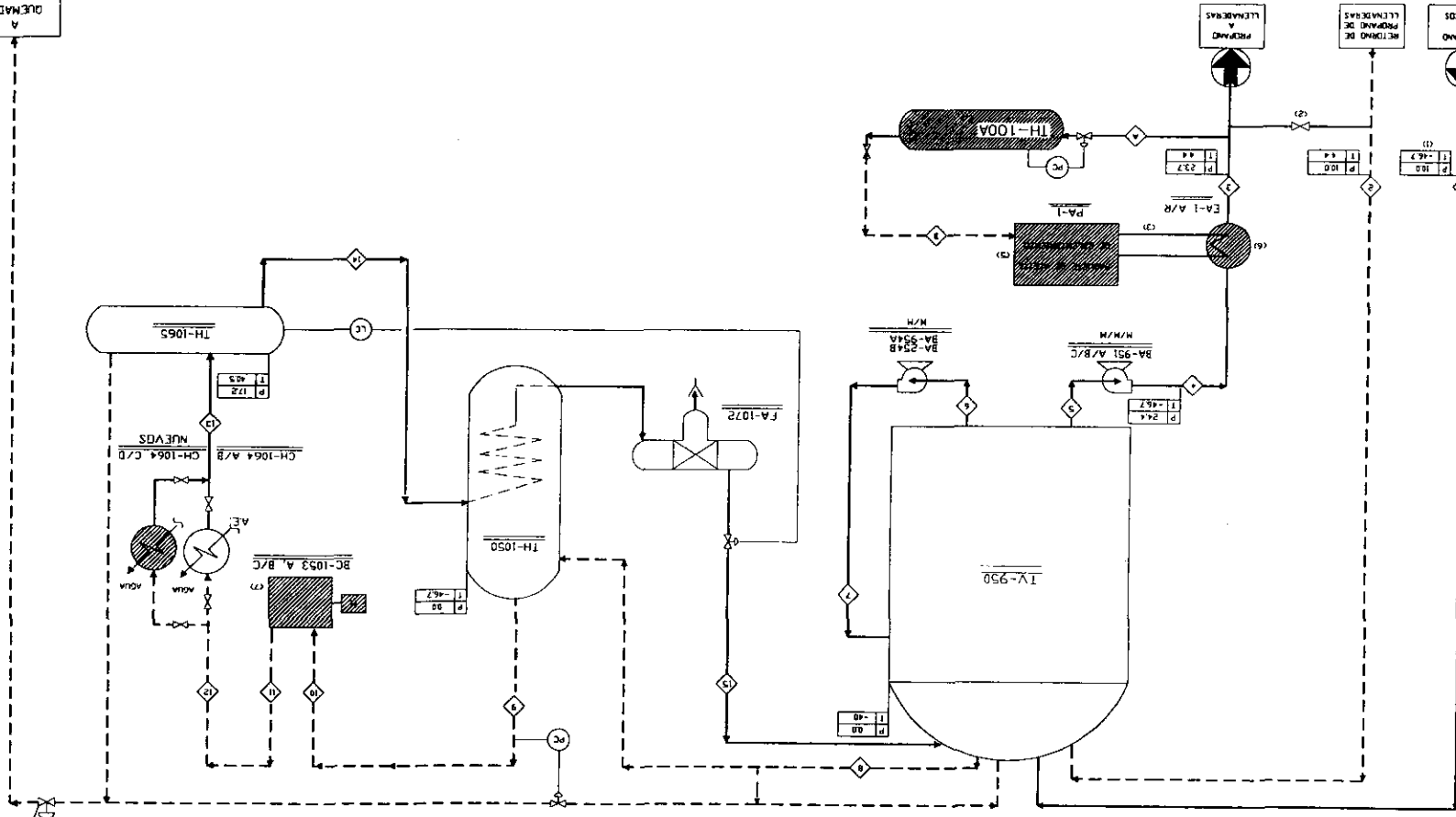
E CALOR

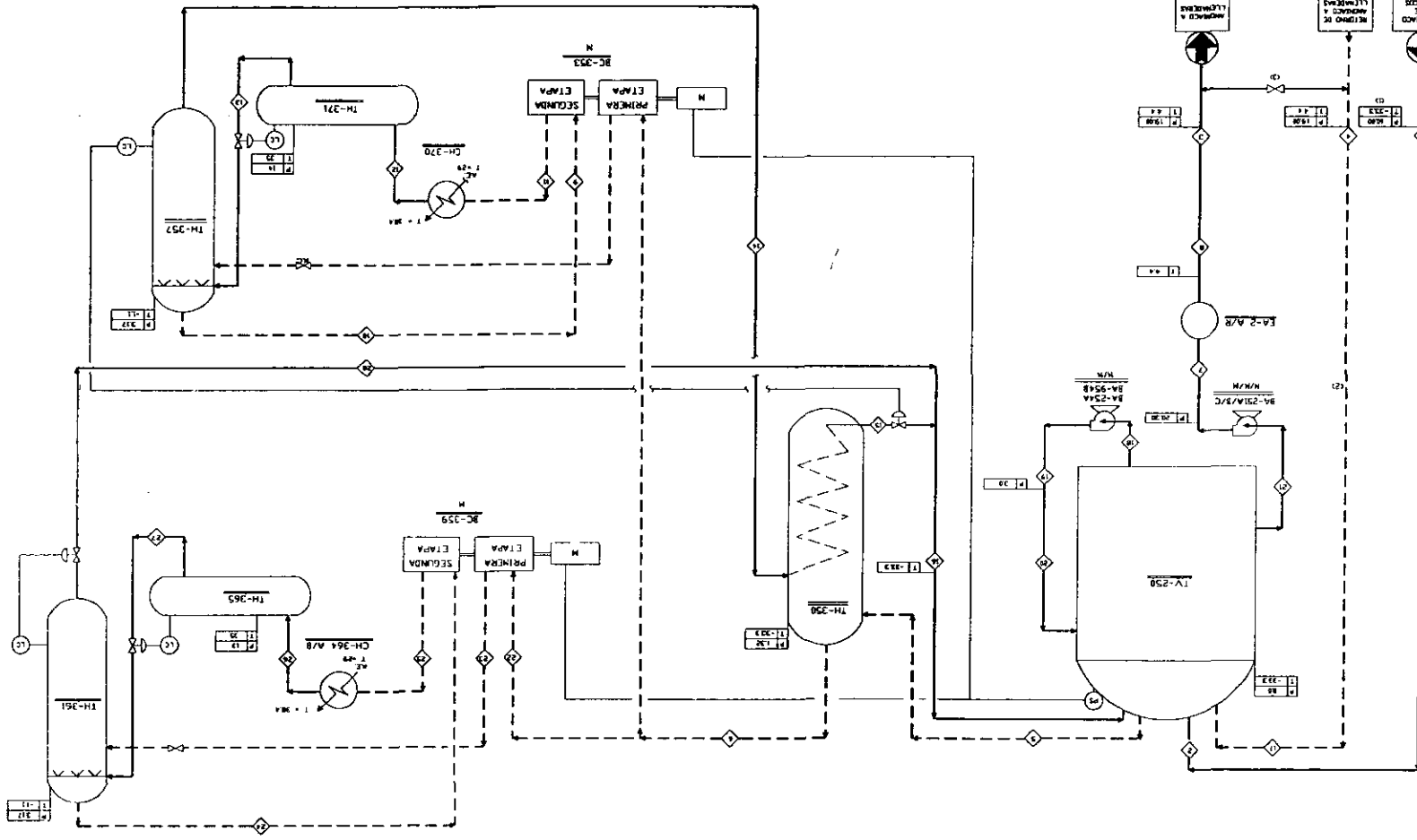
DRS

$$\frac{Sv}{j\omega}$$

368

5. 2

[illegible]

[illegible][illegible]



(continued)

COMPONENTE	FLUJO Kg/H	TEMPERATURA °C	PRESION, Kg/cm ² man.	QMM kcal/h
1	155760	22	0	0.0
2	155760	22	0.25	5695
3	155760	22	0.0	0.0
4	111091	22	0.25	3532
5	111091	22	0.0	0.0
6	31152	93	0.25	1124
7	124608	93	0.0	0.801
8	124608	93	0.0	4.497
9	88873	93	0.0	3.207
10	88873	93	0.0	0.569
11	124608	93	0.0	-0.798
12	124608	93	0.0	-4.877
13	125000	25.4	0.0	-1.225
14	125000	25.4	0.0	-7.631
15	125000	25.4	0.0	-2.446
16	125000	25.4	0.0	20.7

LISTA DE EQUIPO

CLAYE

HORNDOS

BA-1 CALENTADOR DE ACEITE TERMICO PARA CA-1

BA-2 CALENTADOR DE ACEITE TERMICO PARA CA-1 o CA-2

BA-3 CALENTADOR DE ACEITE TERMICO PARA CA-2

RECIPIENTES

FA-1 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACEITE TERMICO

INTERCAMBIADORES DE CALOR

EA-2/R CAMBIADOR DE CALOR DE CARGA DE PROPANO

EA-1/R CAMBIADOR DE CALOR DE CARGA DE AMONIACO

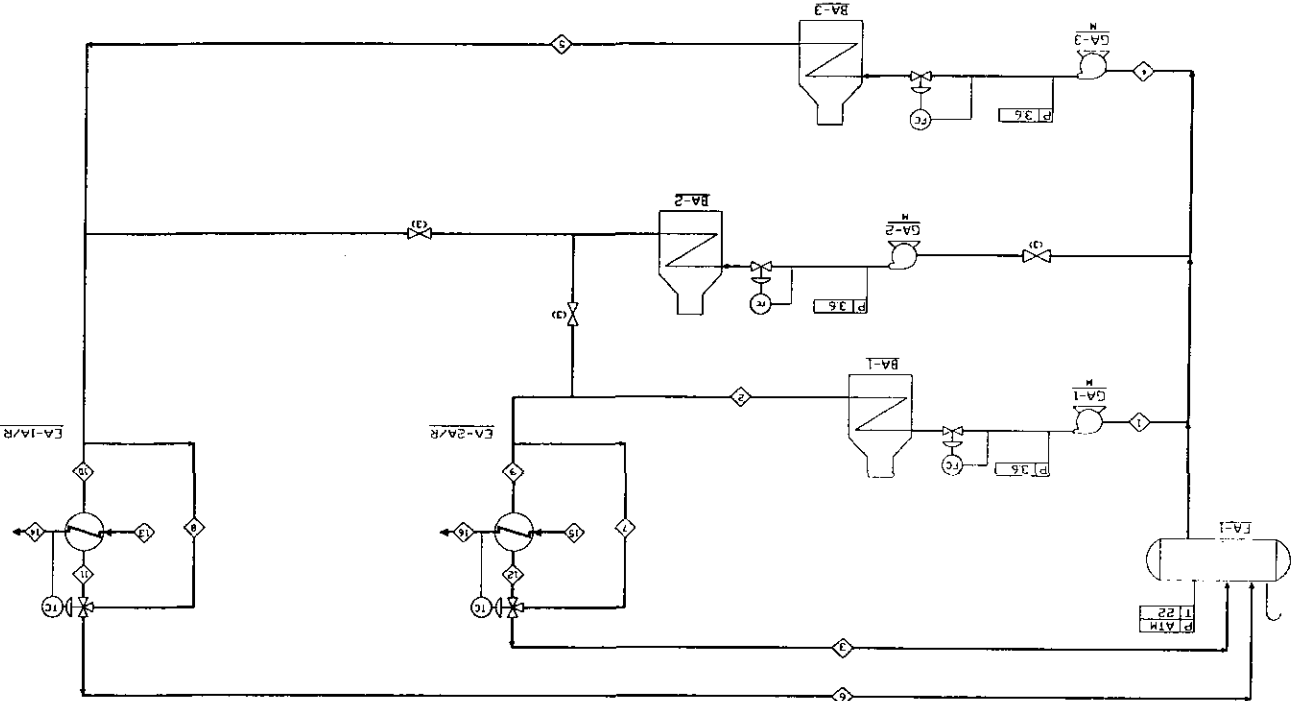
BOMBAS

GA-1 BOMBA DE RECIRCULACION DE ACEITE TERMICO

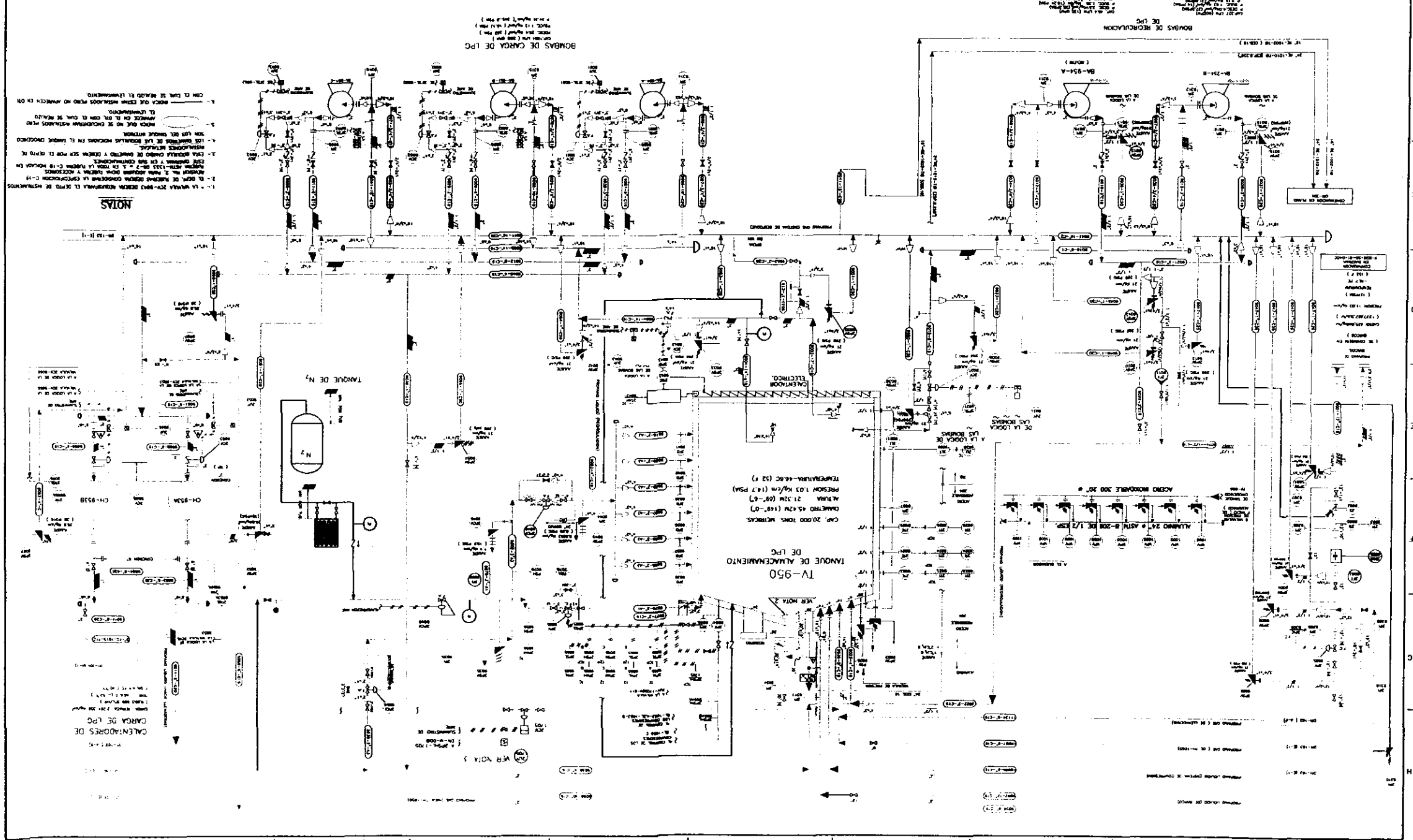
GA-2 BOMBA DE RECIRCULACION DE ACEITE TERMICO

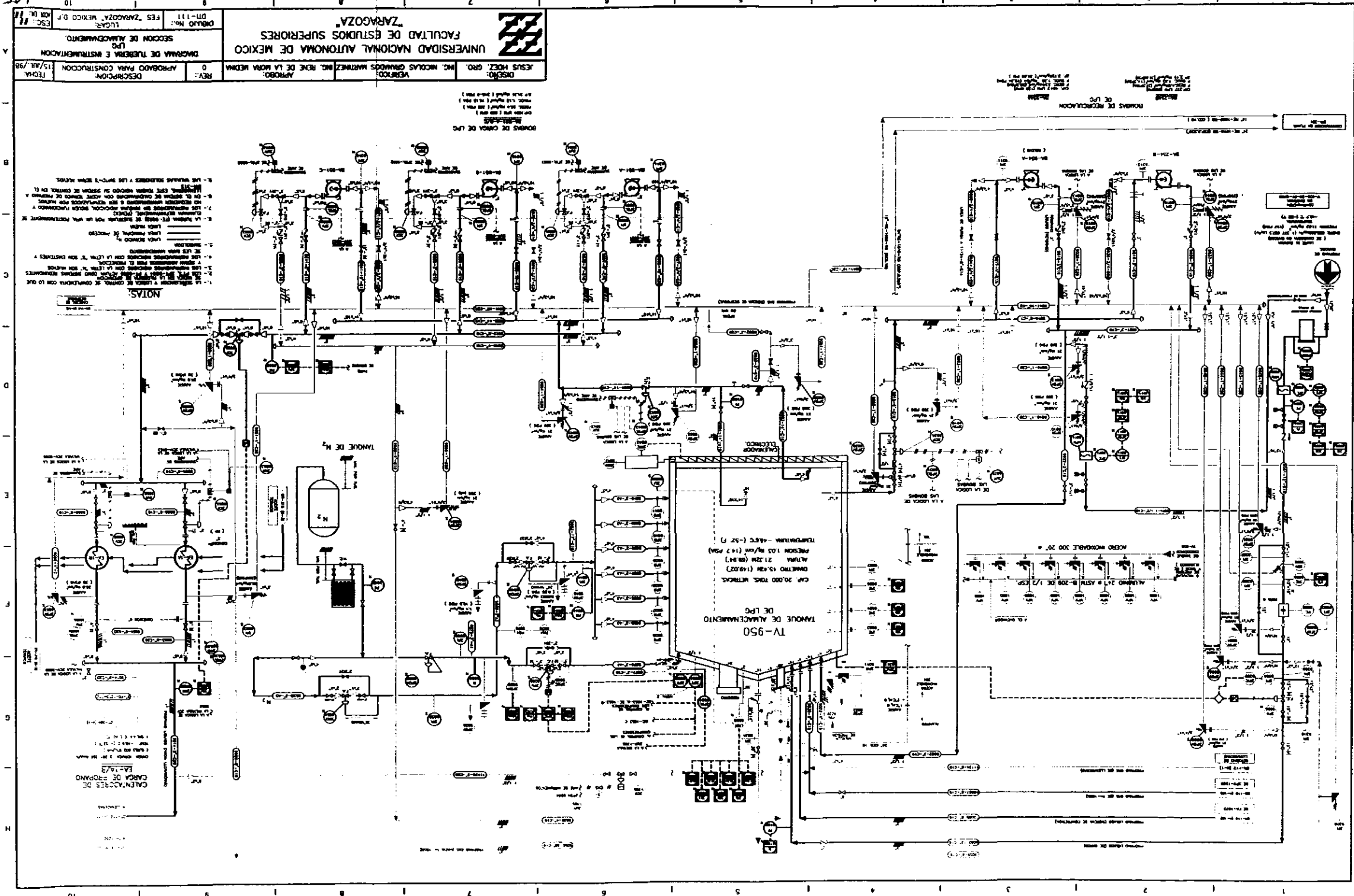
GA-3 BOMBA DE RECIRCULACION DE ACEITE TERMICO

NOTAS:
1- EL EQUIPO BA-2 SERA RELEVADO COMUN DE BA-1 Y BA-3
2- TEMPERATURA EN GRADOS CENTIGRADOS, PRESION EN Kg/cm²
3- NORMALMENTE SIN FLUJO
4- LA TEMPERATURA DE REFERENCIA UTILIZADA PARA ESTIMAR Q ES DE 22°C

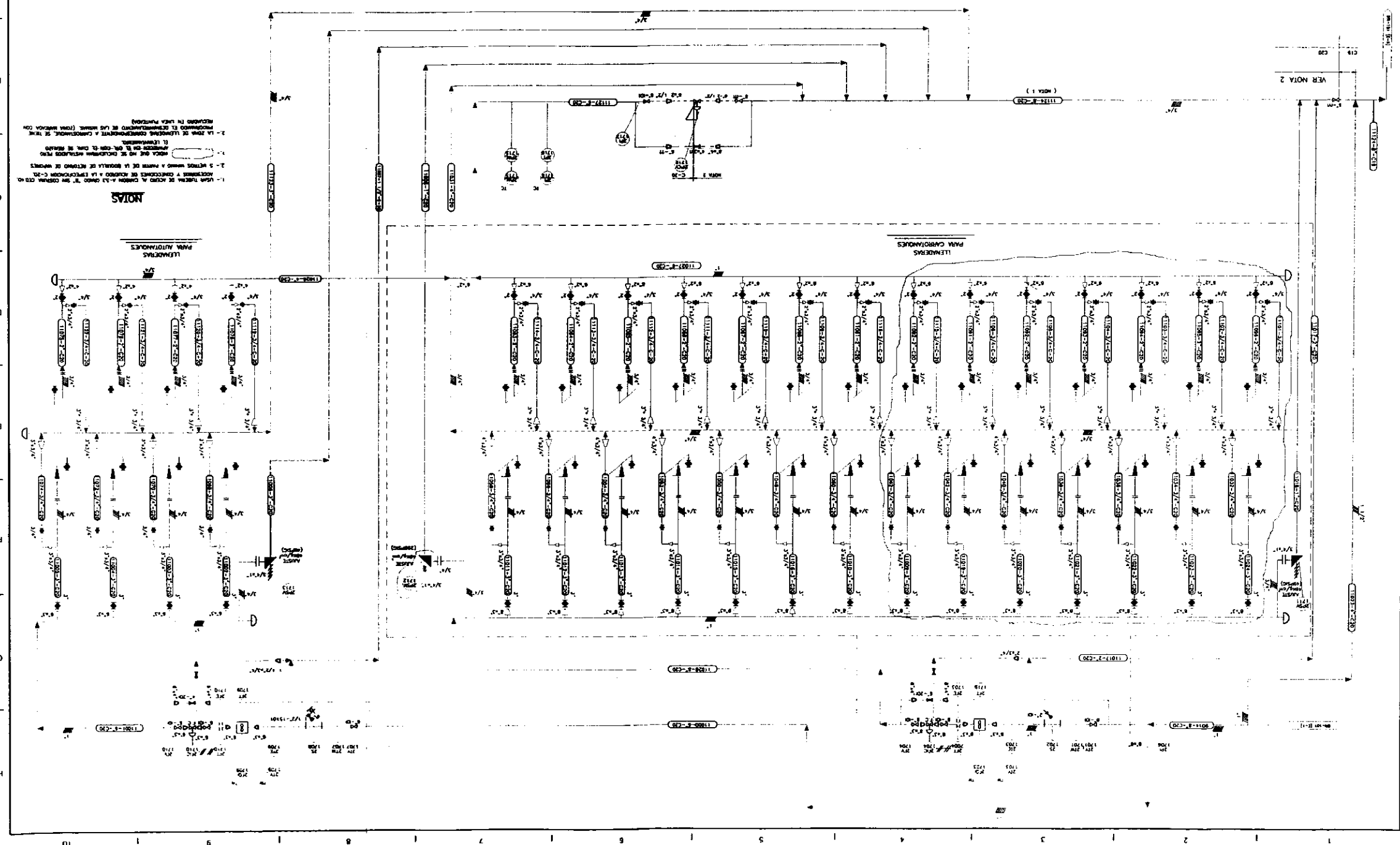


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ZARAGOZA"		DISEÑO: JESUS HDEZ. GRO.		VERIFICÓ: ING. NICOLAS GRANADOS MARTINEZ		APROBO: ING. RENE DE LA MORA VECINA		REV. 0		DESCRIPCION: APROBADO PARA CONSTRUCCION		FECHA: 15/JUL/96	
DISEÑO No. DEF-500		LUGAR: MEXICO D.F.		FECHA: 15/JUL/96		DISEÑO No. DEF-500		LUGAR: MEXICO D.F.		FECHA: 15/JUL/96		DISEÑO No. DEF-500	

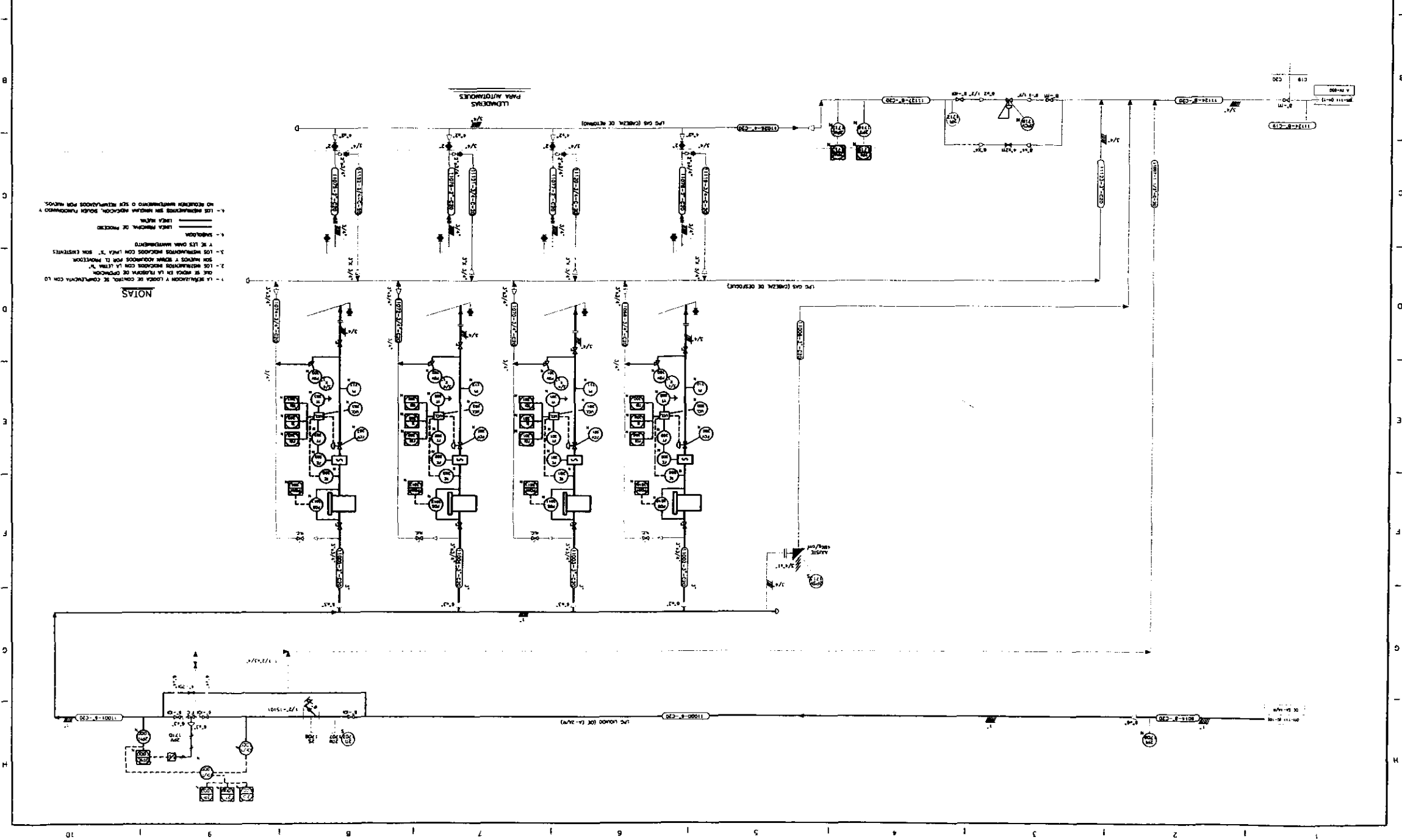




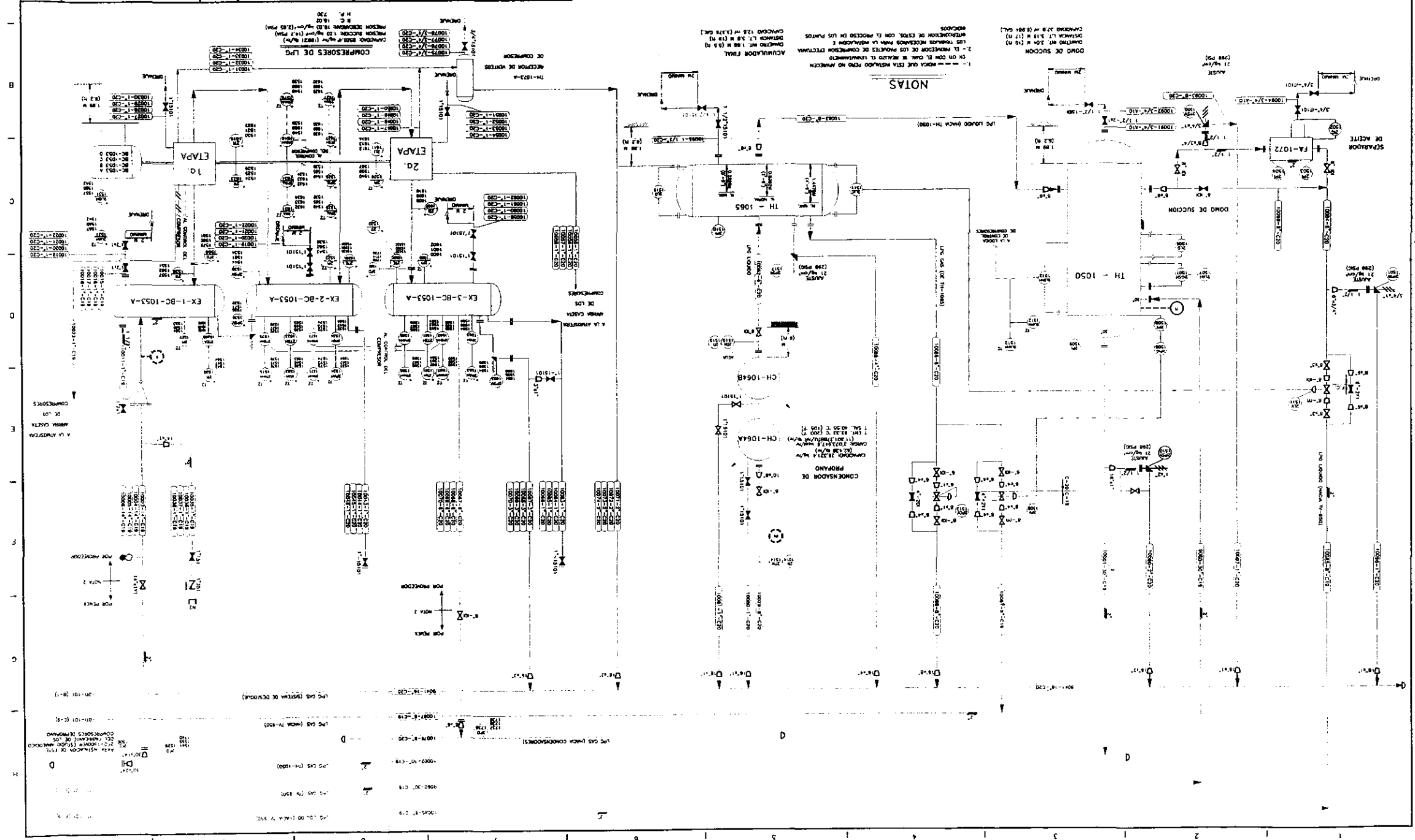
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES		"ZARAGOZA"	
DISEÑO: JESUS HDEZ. GRC		VERIFICAR: VICENTIN GRANADOS MARTINEZ INC. ROBE DE LA MORA MEDINA		APROBADO: APROBADO PARA CONSTRUCCION	
FECHA: 15/01/90		REV: 0		DESCRIPCION: DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION	
LUGAR: FES "ZARAGOZA" MEXICO D.F.		DISEÑO NO.: 01-102		AREA DE TUBERIAS	



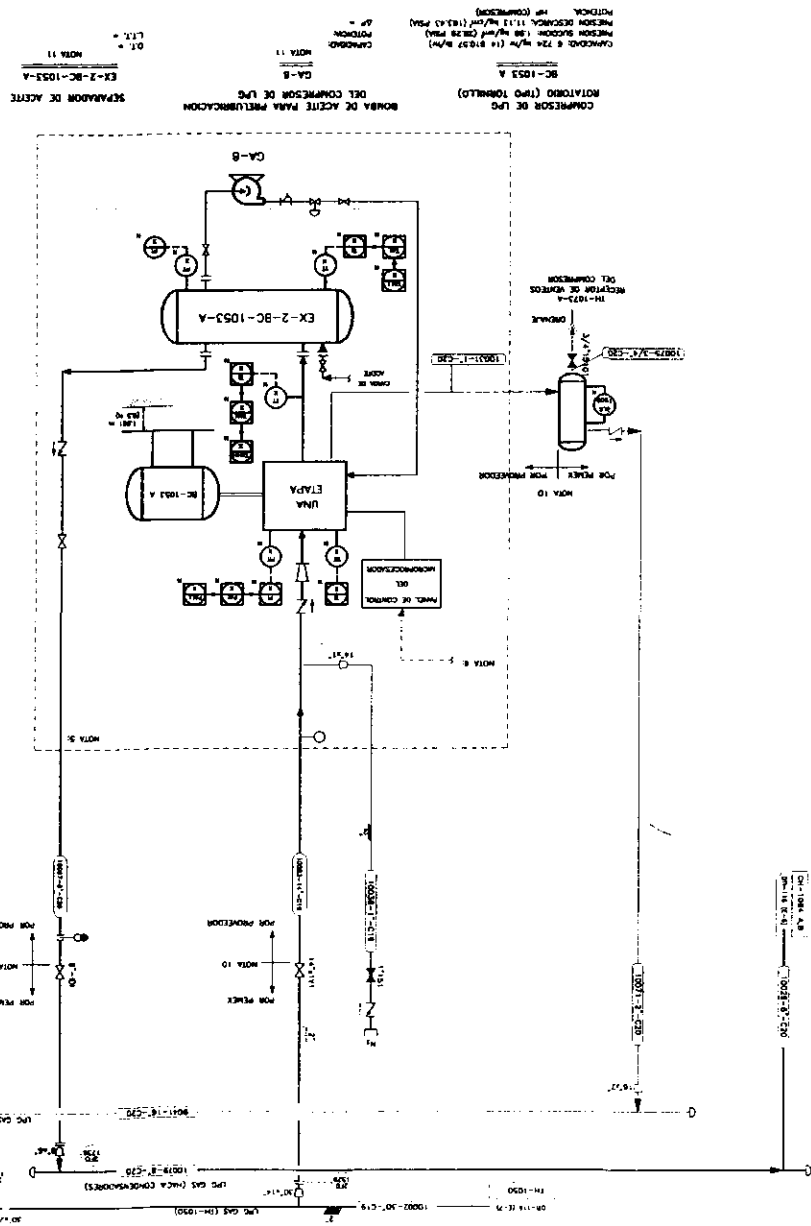
		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ZARAGOZA"	
DISEÑO: JESUS HOLTZ GRO. VERIFICÓ: GABRIEL MARTINEZ ING. RENÉ DE LA ROSA MEDINA	APROBÓ:	REV.: 0 APROBADO PARA CONSTRUCCIÓN: 15/VI/98	LUGAR: FES "ZARAGOZA" MÉXICO D.F. DIBUJO NÚM.: 01-112
ESCALA: 1/100		AREA DE LUBRIFICACIÓN	
DIAGRAMA DE TUBERÍA DE INSTRUMENTACIÓN			



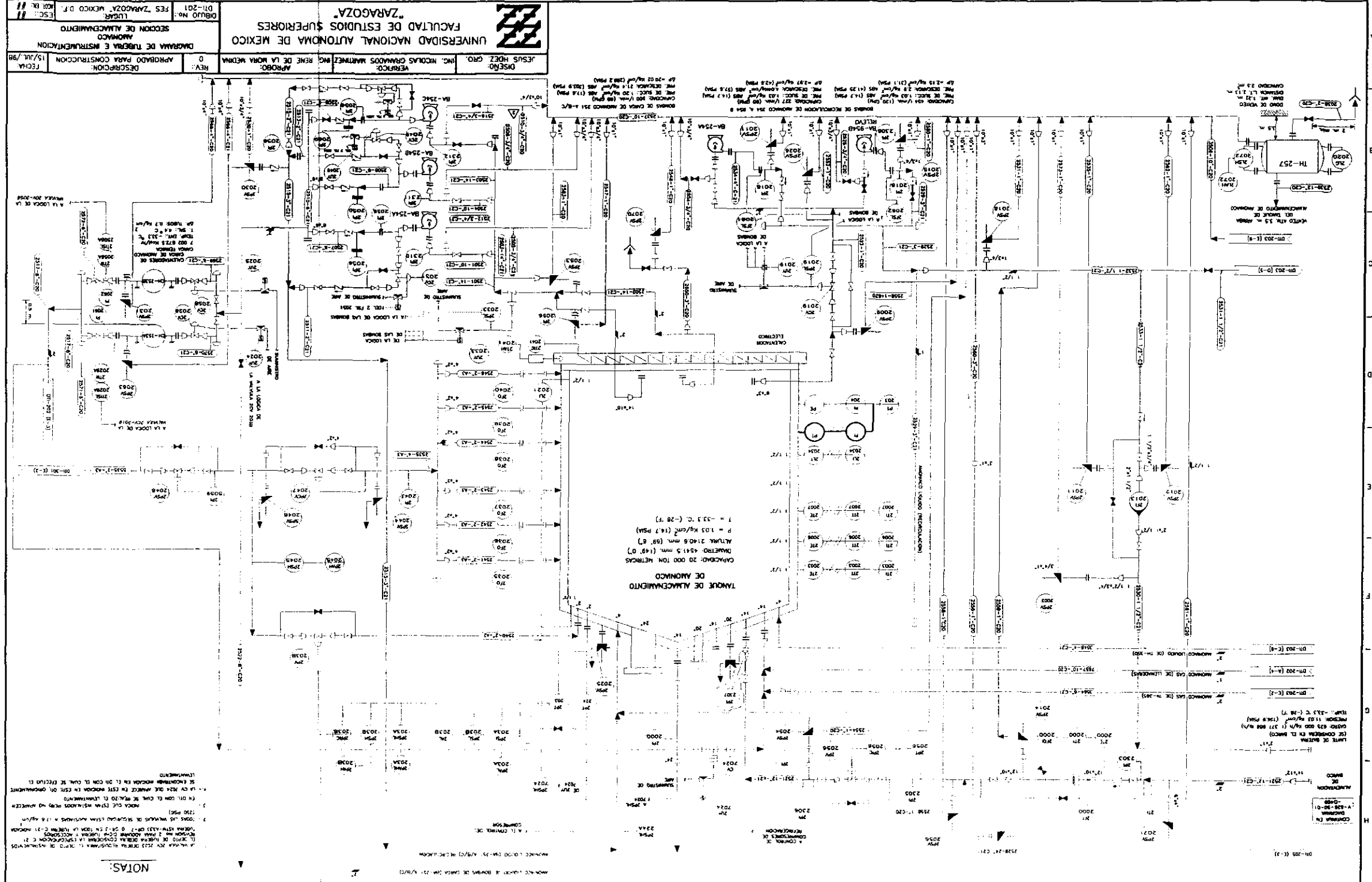
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES		FES "ZARAGOZA" MEXICO D.F.		LUGAR		ESC. #	
DISEÑO:		VERIFICÓ:		DIBUJO No.:		FES "ZARAGOZA" MEXICO D.F.		ESC. #	
JESUS Hdez. Oro.		ING. NICOLAS GRANADOS MARTINEZ		DI-103		FES "ZARAGOZA" MEXICO D.F.		ESC. #	
APROBÓ:		ING. NENE DE LA MORA MEDINA		REV.:		DESCRIPCION:		FECHA:	
0		0		0		APROBADO PARA CONSTRUCCION		15/JUL/98	
DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION		SECCION DE COMPRESION		LPG		LPG		LPG	



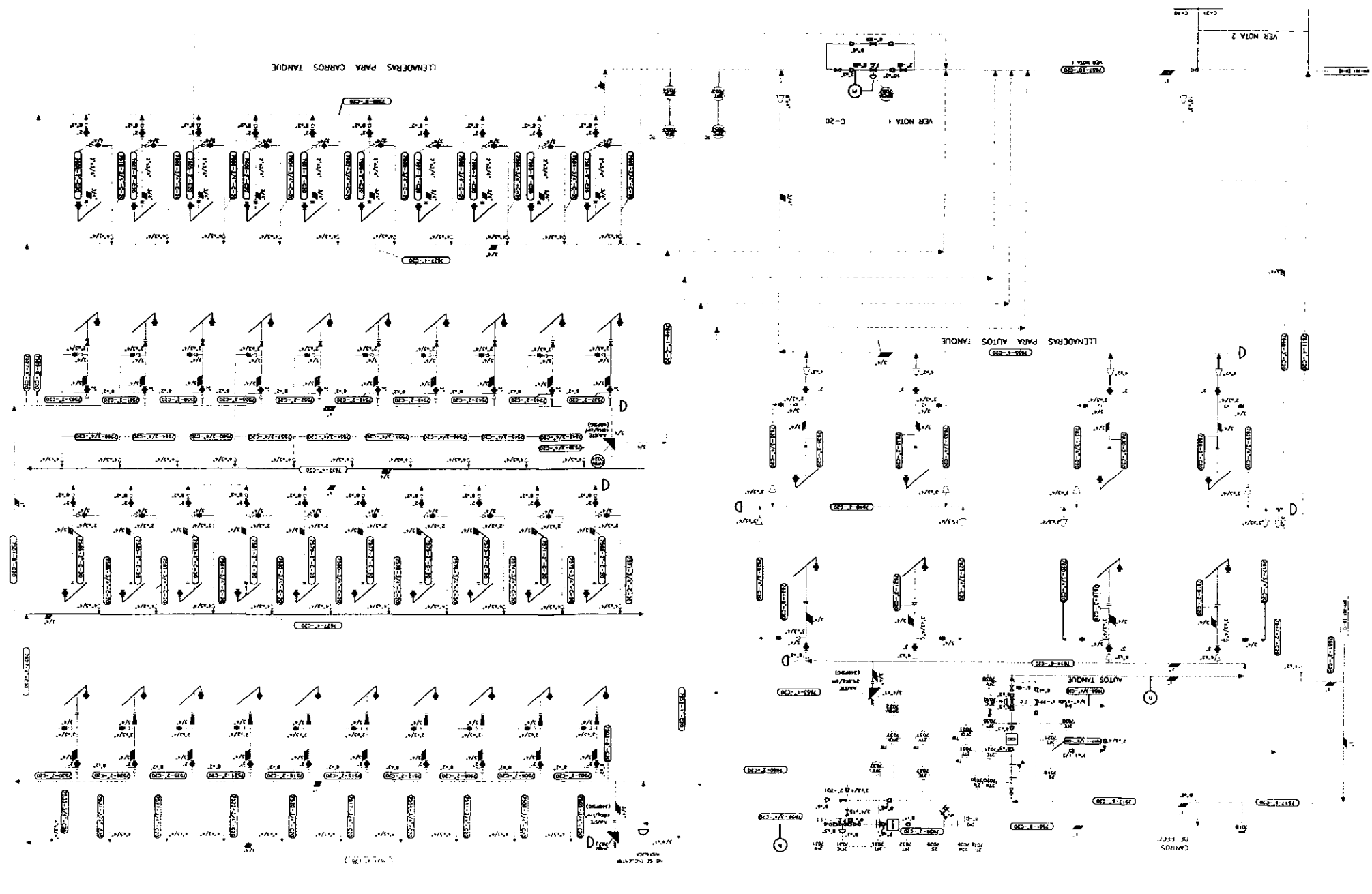
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ZARAGOZA"		DISEÑO: JESUS HIDEZ, CRO.		VERIFICACION: ING. NICOLAS GRANADOS MARTINEZ		APROBACION: ING. RENE DE LA MORA MEDINA		REV.: 0		DESCRIPCION: APROBADO PARA CONSTRUCCION		FECHA: 15/JUL/98	
DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION DEL COMPRESOR DE TIENADO (MOTOR ELECTRICO)		DIBUJO No.: DH-113		LUGAR: FES "ZARAGOZA", MEXICO D.F.		ESC.: 11		AUT. EN:					

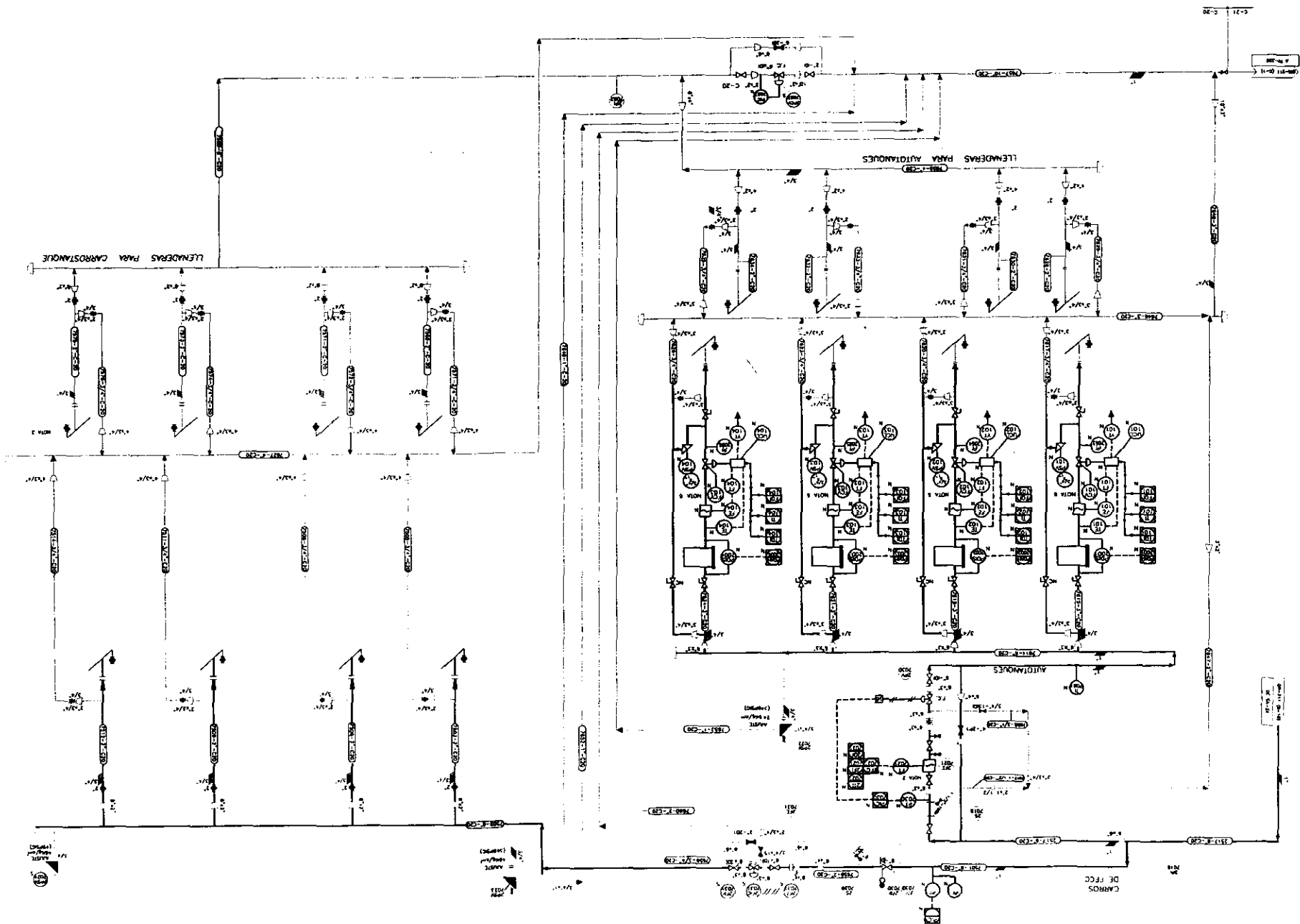
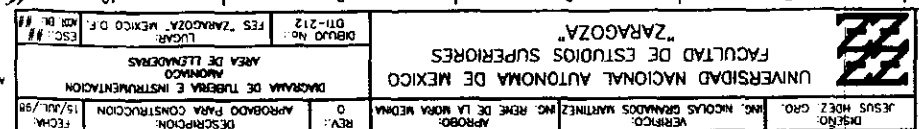


- 1. SEPARADOR DE ACEITE PARA LUBRICACION DEL COMPRESOR DE LÍNEA.
- 2. COMPRESOR DE LÍNEA ROTATORIO (TPO TORRELLA).
- 3. EX-2-BC-1053-A.
- 4. RE-1053-A.
- 5. ETAPA.
- 6. UNIDAD DE CONTROL DEL MICROPROCESADOR.
- 7. RE-1053-A.
- 8. EX-2-BC-1053-A.
- 9. ETAPA.
- 10. RE-1053-A.
- 11. EX-2-BC-1053-A.
- 12. ETAPA.
- 13. RE-1053-A.
- 14. EX-2-BC-1053-A.
- 15. ETAPA.
- 16. RE-1053-A.
- 17. EX-2-BC-1053-A.
- 18. ETAPA.
- 19. RE-1053-A.
- 20. EX-2-BC-1053-A.
- 21. ETAPA.
- 22. RE-1053-A.
- 23. EX-2-BC-1053-A.
- 24. ETAPA.
- 25. RE-1053-A.
- 26. EX-2-BC-1053-A.
- 27. ETAPA.
- 28. RE-1053-A.
- 29. EX-2-BC-1053-A.
- 30. ETAPA.
- 31. RE-1053-A.
- 32. EX-2-BC-1053-A.
- 33. ETAPA.
- 34. RE-1053-A.
- 35. EX-2-BC-1053-A.
- 36. ETAPA.
- 37. RE-1053-A.
- 38. EX-2-BC-1053-A.
- 39. ETAPA.
- 40. RE-1053-A.
- 41. EX-2-BC-1053-A.
- 42. ETAPA.
- 43. RE-1053-A.
- 44. EX-2-BC-1053-A.
- 45. ETAPA.
- 46. RE-1053-A.
- 47. EX-2-BC-1053-A.
- 48. ETAPA.
- 49. RE-1053-A.
- 50. EX-2-BC-1053-A.
- 51. ETAPA.
- 52. RE-1053-A.
- 53. EX-2-BC-1053-A.
- 54. ETAPA.
- 55. RE-1053-A.
- 56. EX-2-BC-1053-A.
- 57. ETAPA.
- 58. RE-1053-A.
- 59. EX-2-BC-1053-A.
- 60. ETAPA.
- 61. RE-1053-A.
- 62. EX-2-BC-1053-A.
- 63. ETAPA.
- 64. RE-1053-A.
- 65. EX-2-BC-1053-A.
- 66. ETAPA.
- 67. RE-1053-A.
- 68. EX-2-BC-1053-A.
- 69. ETAPA.
- 70. RE-1053-A.
- 71. EX-2-BC-1053-A.
- 72. ETAPA.
- 73. RE-1053-A.
- 74. EX-2-BC-1053-A.
- 75. ETAPA.
- 76. RE-1053-A.
- 77. EX-2-BC-1053-A.
- 78. ETAPA.
- 79. RE-1053-A.
- 80. EX-2-BC-1053-A.
- 81. ETAPA.
- 82. RE-1053-A.
- 83. EX-2-BC-1053-A.
- 84. ETAPA.
- 85. RE-1053-A.
- 86. EX-2-BC-1053-A.
- 87. ETAPA.
- 88. RE-1053-A.
- 89. EX-2-BC-1053-A.
- 90. ETAPA.
- 91. RE-1053-A.
- 92. EX-2-BC-1053-A.
- 93. ETAPA.
- 94. RE-1053-A.
- 95. EX-2-BC-1053-A.
- 96. ETAPA.
- 97. RE-1053-A.
- 98. EX-2-BC-1053-A.
- 99. ETAPA.
- 100. RE-1053-A.



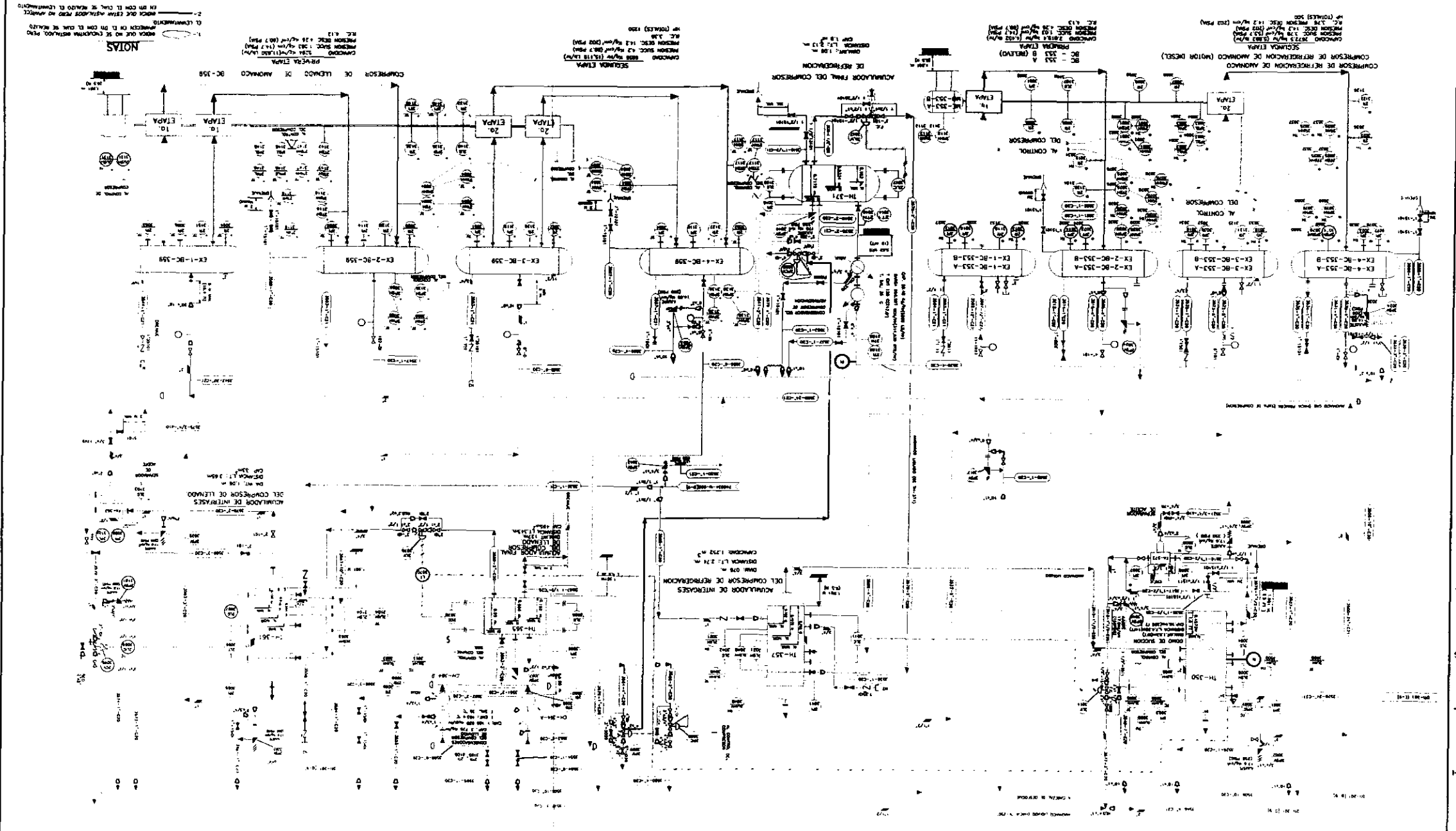
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ZARAGOZA"		VERIFICADO: ING. NICOLAS GRANADOS MARTINEZ		DISEÑO: JESUS HODZ. GONZ.	
REVISADO: ING. RENEE DE LA MORA MEDINA		APROBADO:		DESCRIPCION: APROBADO PARA CONSTRUCCION	
DIBUJO NO. 01		FECHA: 15/01/98		LUGAR: FES "ZARAGOZA" MEXICO D.F.	
AREA DE LLENADERAS					



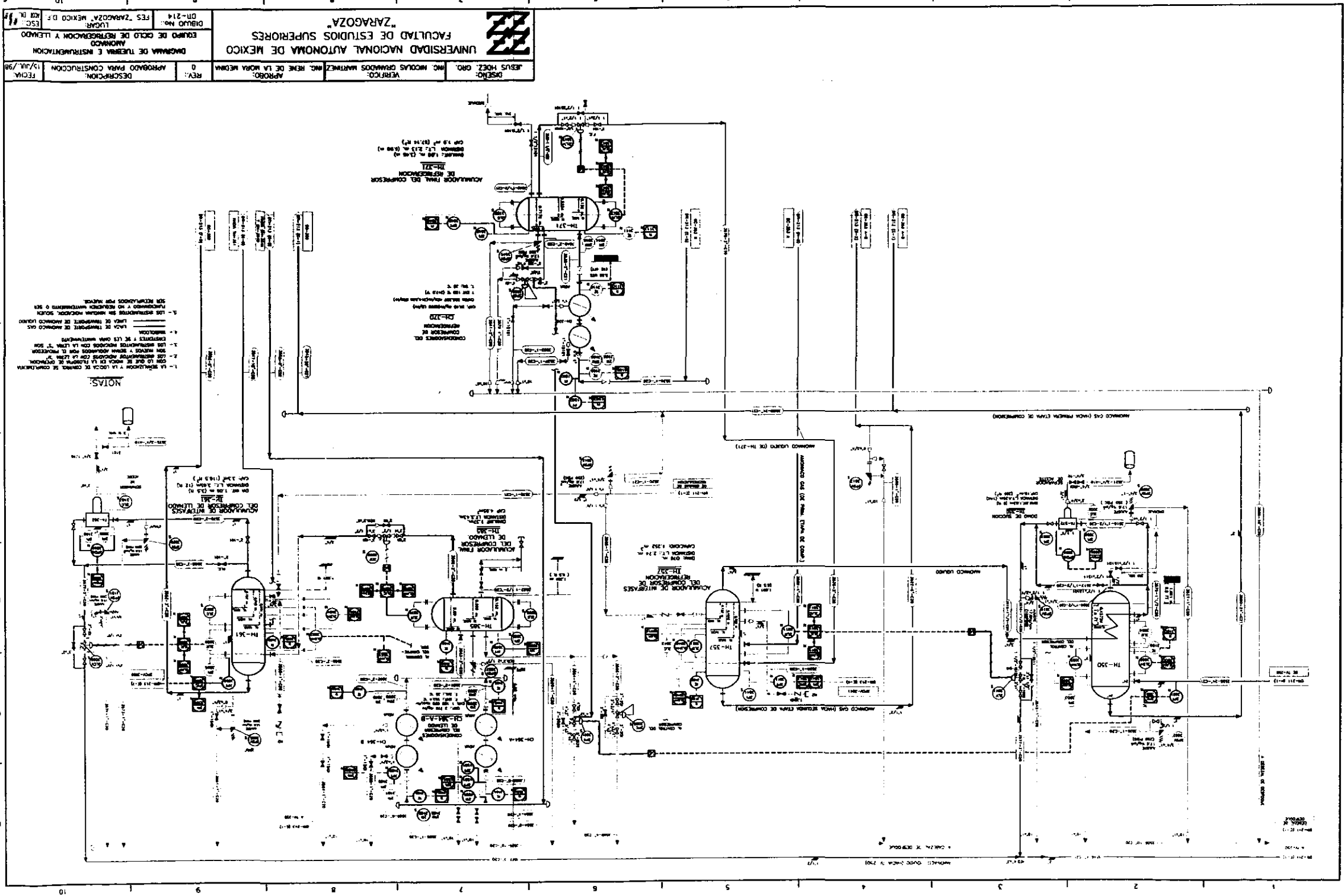


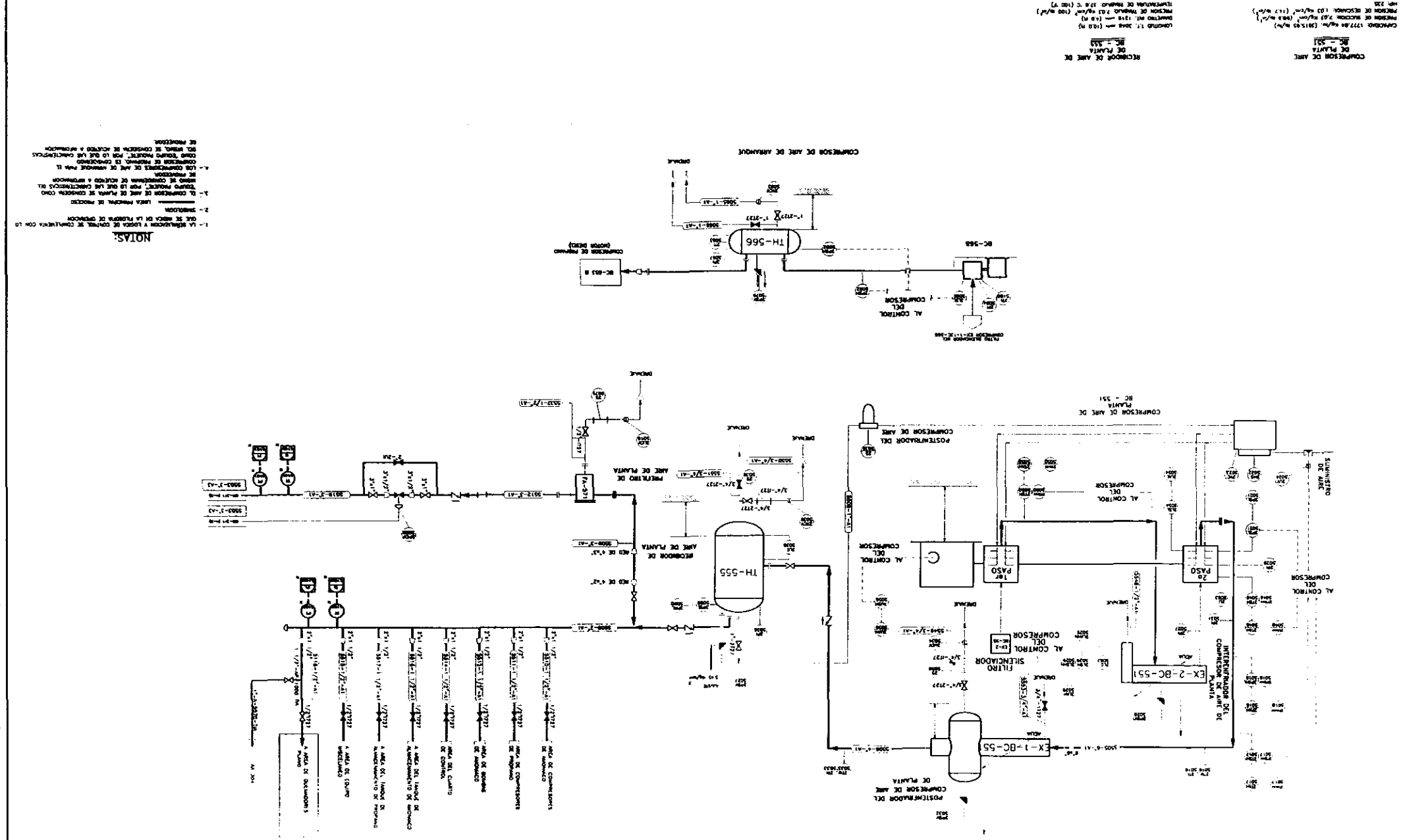
1. ¿Qué es la literatura?
Es el conjunto de obras literarias que se crean y se transmiten por escrito o por voz.
2. ¿Qué es la literatura clásica?
Es la literatura que se creó en la antigüedad y que ha sido considerada como la base de la literatura occidental.
3. ¿Qué es la literatura moderna?
Es la literatura que se creó a partir del siglo XIX y que se caracteriza por su diversidad y su experimentación.
4. ¿Qué es la literatura contemporánea?
Es la literatura que se creó a partir del siglo XX y que se caracteriza por su diversidad y su experimentación.
5. ¿Qué es la literatura clásica?
Es la literatura que se creó en la antigüedad y que ha sido considerada como la base de la literatura occidental.
6. ¿Qué es la literatura moderna?
Es la literatura que se creó a partir del siglo XIX y que se caracteriza por su diversidad y su experimentación.
7. ¿Qué es la literatura contemporánea?
Es la literatura que se creó a partir del siglo XX y que se caracteriza por su diversidad y su experimentación.
8. ¿Qué es la literatura clásica?
Es la literatura que se creó en la antigüedad y que ha sido considerada como la base de la literatura occidental.
9. ¿Qué es la literatura moderna?
Es la literatura que se creó a partir del siglo XIX y que se caracteriza por su diversidad y su experimentación.
10. ¿Qué es la literatura contemporánea?
Es la literatura que se creó a partir del siglo XX y que se caracteriza por su diversidad y su experimentación.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES		"ZARAGOZA"	
DISEÑO: JESUS HDEZ. GORDO		VERIFICACION: NICOLAS GRANADOS MARTINEZ		Aprobado: ING. RENE DE LA NOVA MEDINA	
TITULO: DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION		REVISOR: Aprobado para construcción		FECHA: 15/Jul/98	
LUGAR: ESC. 11		DISEÑO No.: DT-203		PES. "ZARAGOZA" MEXICO D.F.	



162





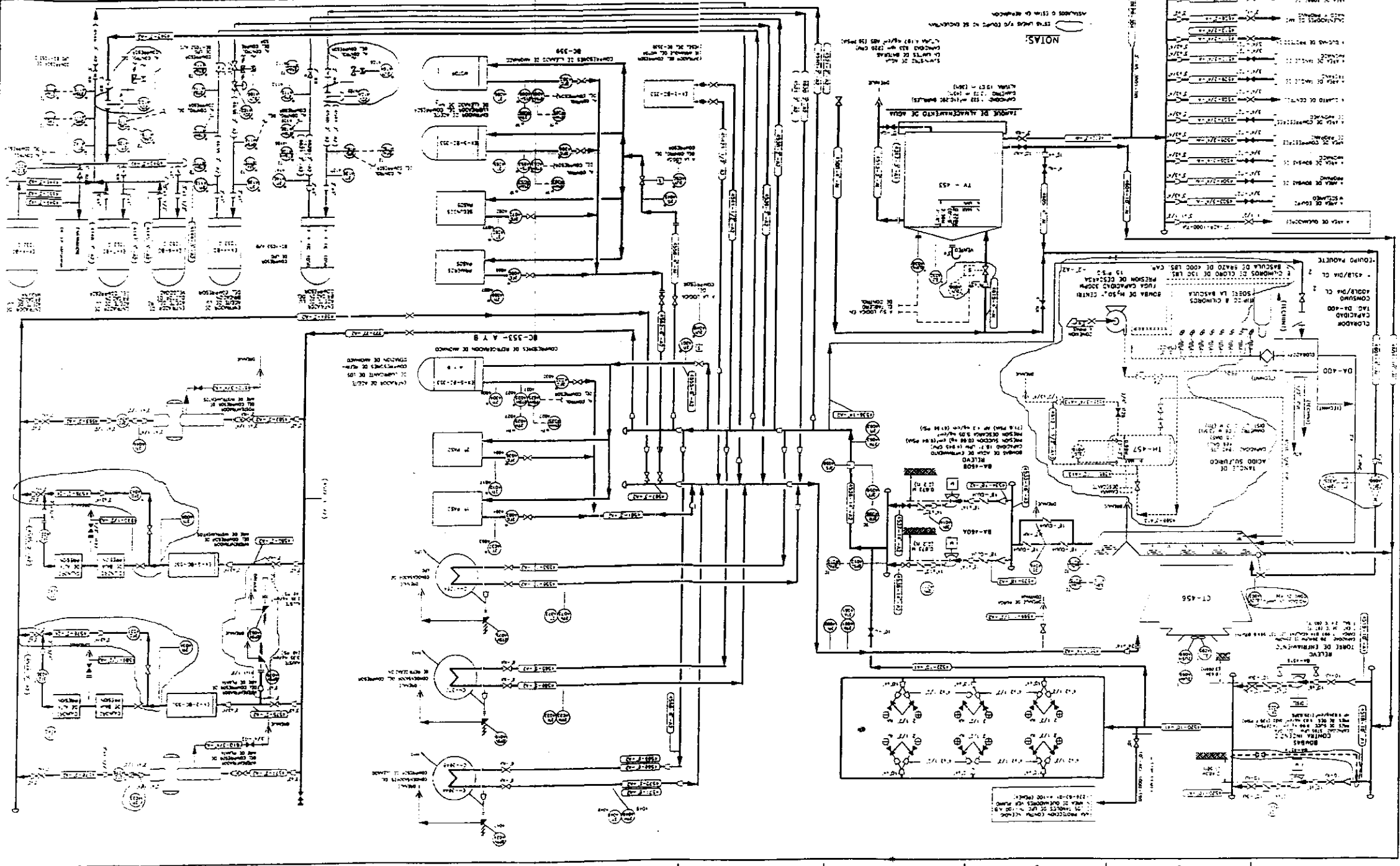
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"

PROYECTO DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE CONTINGENCIA

ASUS MEXICO S.A. DE C.V. (SOCIOS: INGENIEROS MEXICANOS S.A. DE C.V. Y MEXICANOS S.A. DE C.V.)

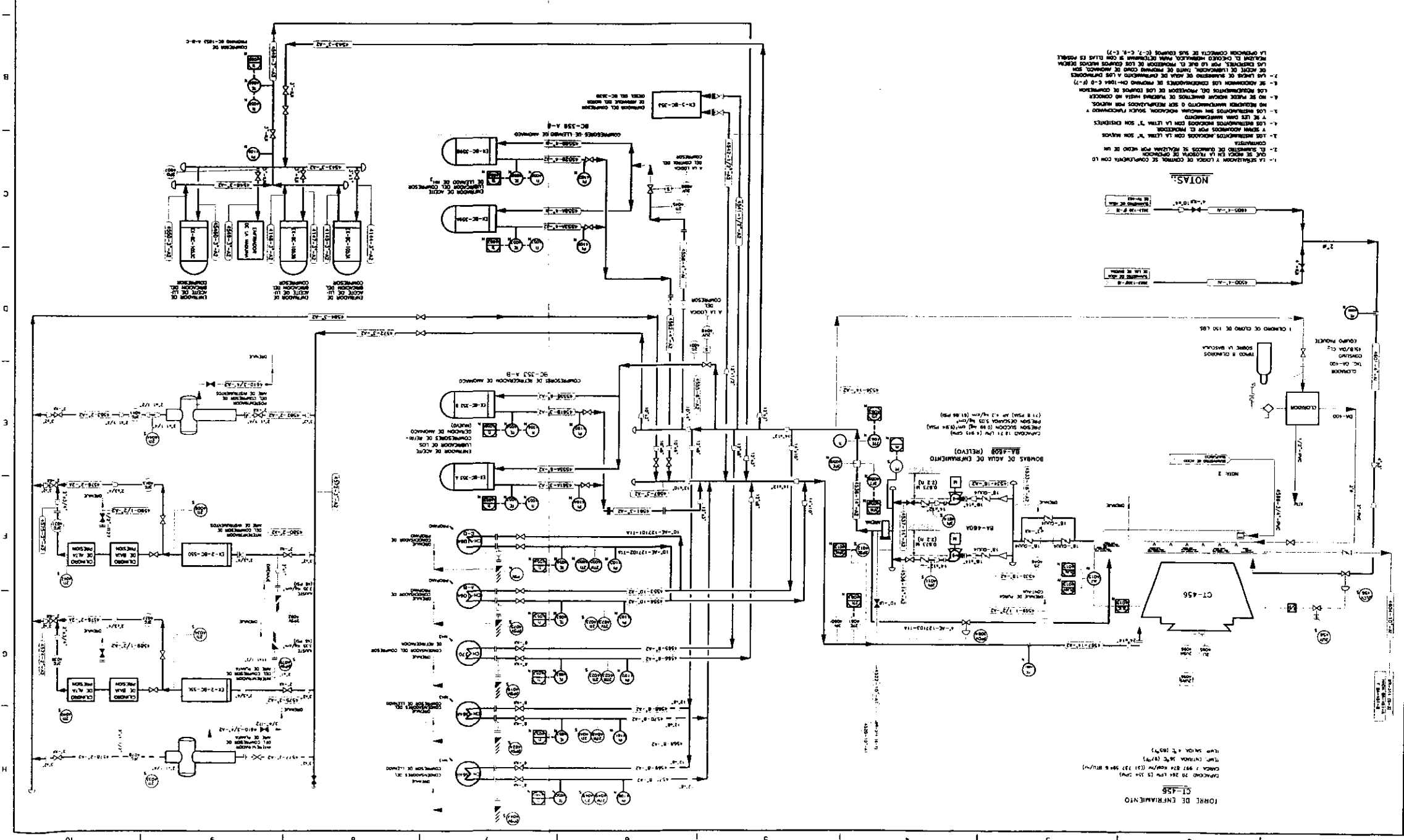
PROYECTO DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE CONTINGENCIA

ASUS MEXICO S.A. DE C.V. (SOCIOS: INGENIEROS MEXICANOS S.A. DE C.V. Y MEXICANOS S.A. DE C.V.)

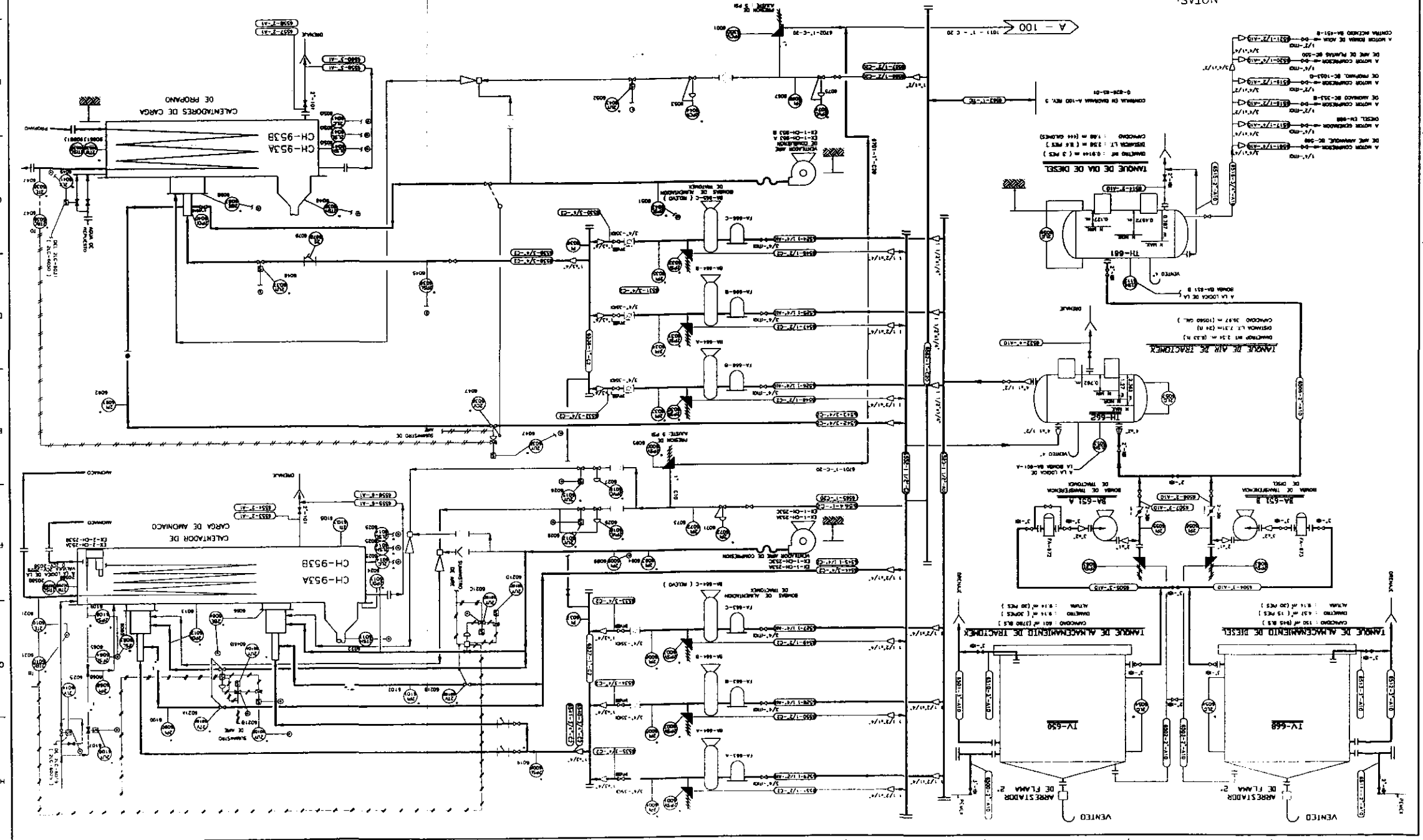


174

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES		"ZARAGOZA"	
DISEÑO: JESUS HDEZ. GONZ.		VERIFICADO: ING. MIGUEL GONZALEZ MARTINEZ		APROBADO: ING. RENE DE LA MORA MEDINA	
DESCRIPCION: SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO		REV. 0		APROBADO PARA CONSTRUCCION	
FECHA: 15/JUL/78		LUGAR: FES "ZARAGOZA" MEXICO D.F.		DIBUJO No. 01	



DISEÑO: CRO INIC. NICOLAS GRANADOS MARTINEZ APROBADO: MC RENE DE LA HORA MEDINA	REVISÓ: 0 APROBADO PARA CONSTRUCCIÓN: 15/04/95	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ZARAGOZA"	 DISEÑO NO.: LUGAR: FECHA: 01-303 ESCRIBIÓ: MEXICO D.F.
---	---	--	--

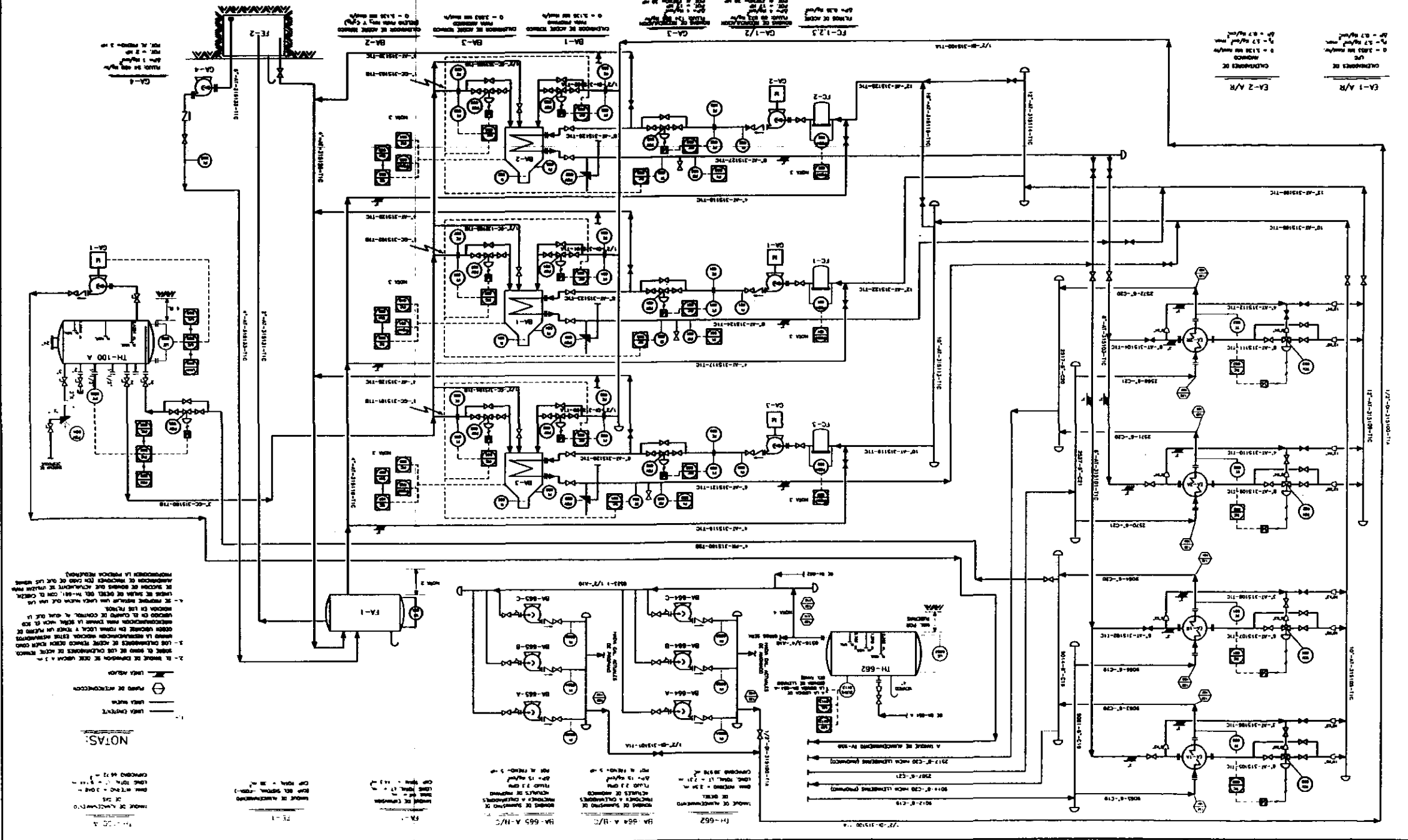


NOTAS:

[illegible]

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE AGUA PARA LA ZONA MEDIANA DE LA CIUDAD DE ZARAGOZA.
PROFESOR: DR. JOSÉ HÉCTOR GARCÍA.
ALUMNO: INGENIERO EN QUÍMICA, JOSÉ LUIS MARTÍNEZ.
FECHA: 15/04/98



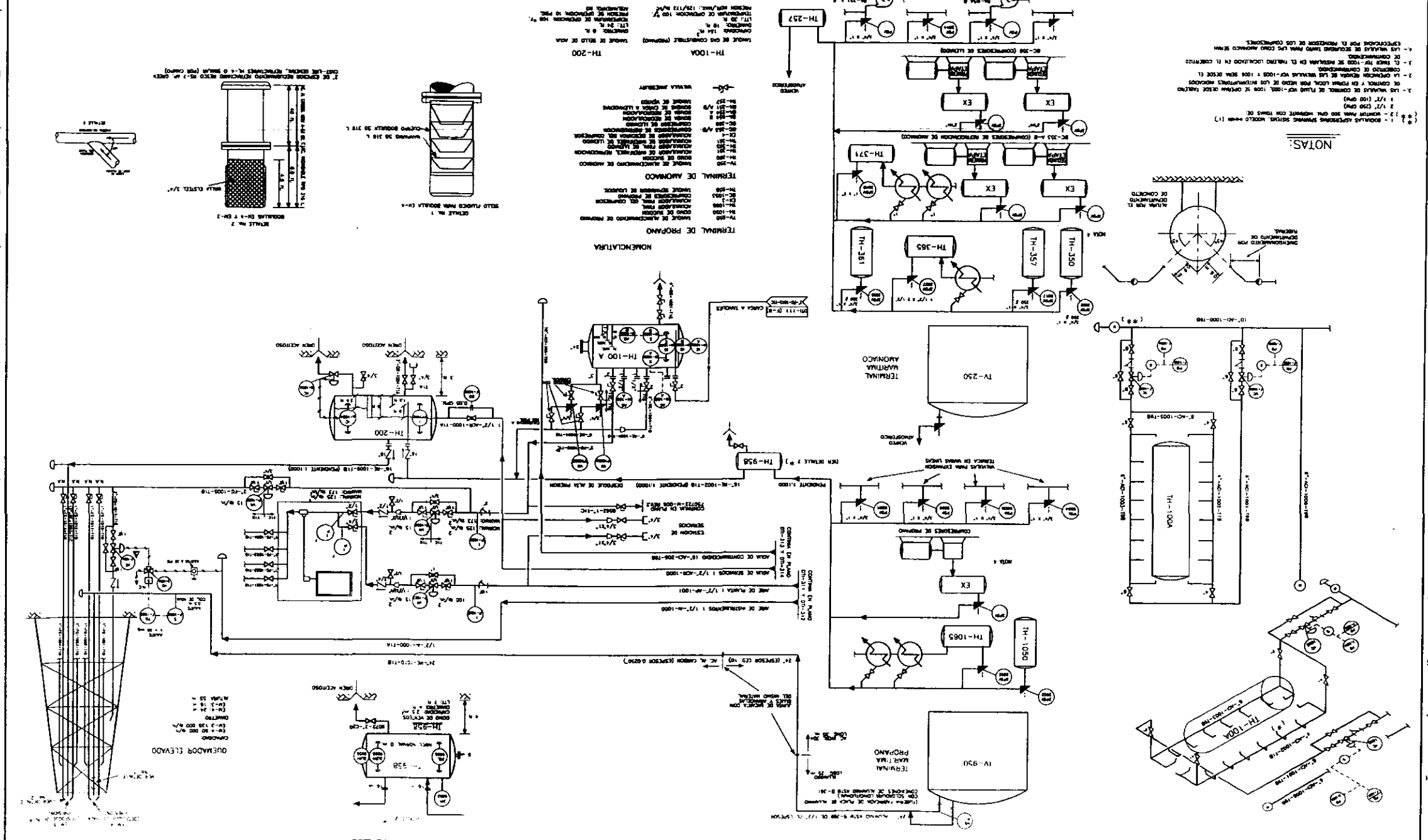
NOTAS:

1. El sistema de distribución de agua se diseñó para mantener un nivel constante de agua en los tanques de almacenamiento, lo que garantiza un suministro constante de agua a la ciudad.
2. El sistema de distribución de agua se diseñó para mantener un nivel constante de agua en los tanques de almacenamiento, lo que garantiza un suministro constante de agua a la ciudad.
3. El sistema de distribución de agua se diseñó para mantener un nivel constante de agua en los tanques de almacenamiento, lo que garantiza un suministro constante de agua a la ciudad.
4. El sistema de distribución de agua se diseñó para mantener un nivel constante de agua en los tanques de almacenamiento, lo que garantiza un suministro constante de agua a la ciudad.
5. El sistema de distribución de agua se diseñó para mantener un nivel constante de agua en los tanques de almacenamiento, lo que garantiza un suministro constante de agua a la ciudad.
6. El sistema de distribución de agua se diseñó para mantener un nivel constante de agua en los tanques de almacenamiento, lo que garantiza un suministro constante de agua a la ciudad.
7. El sistema de distribución de agua se diseñó para mantener un nivel constante de agua en los tanques de almacenamiento, lo que garantiza un suministro constante de agua a la ciudad.
8. El sistema de distribución de agua se diseñó para mantener un nivel constante de agua en los tanques de almacenamiento, lo que garantiza un suministro constante de agua a la ciudad.
9. El sistema de distribución de agua se diseñó para mantener un nivel constante de agua en los tanques de almacenamiento, lo que garantiza un suministro constante de agua a la ciudad.
10. El sistema de distribución de agua se diseñó para mantener un nivel constante de agua en los tanques de almacenamiento, lo que garantiza un suministro constante de agua a la ciudad.

LEGENDA:

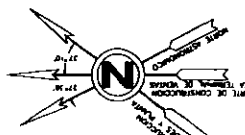
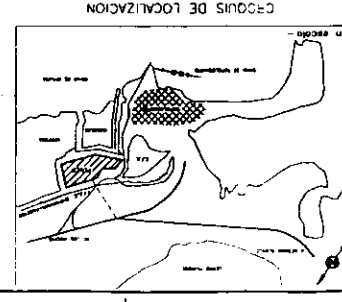
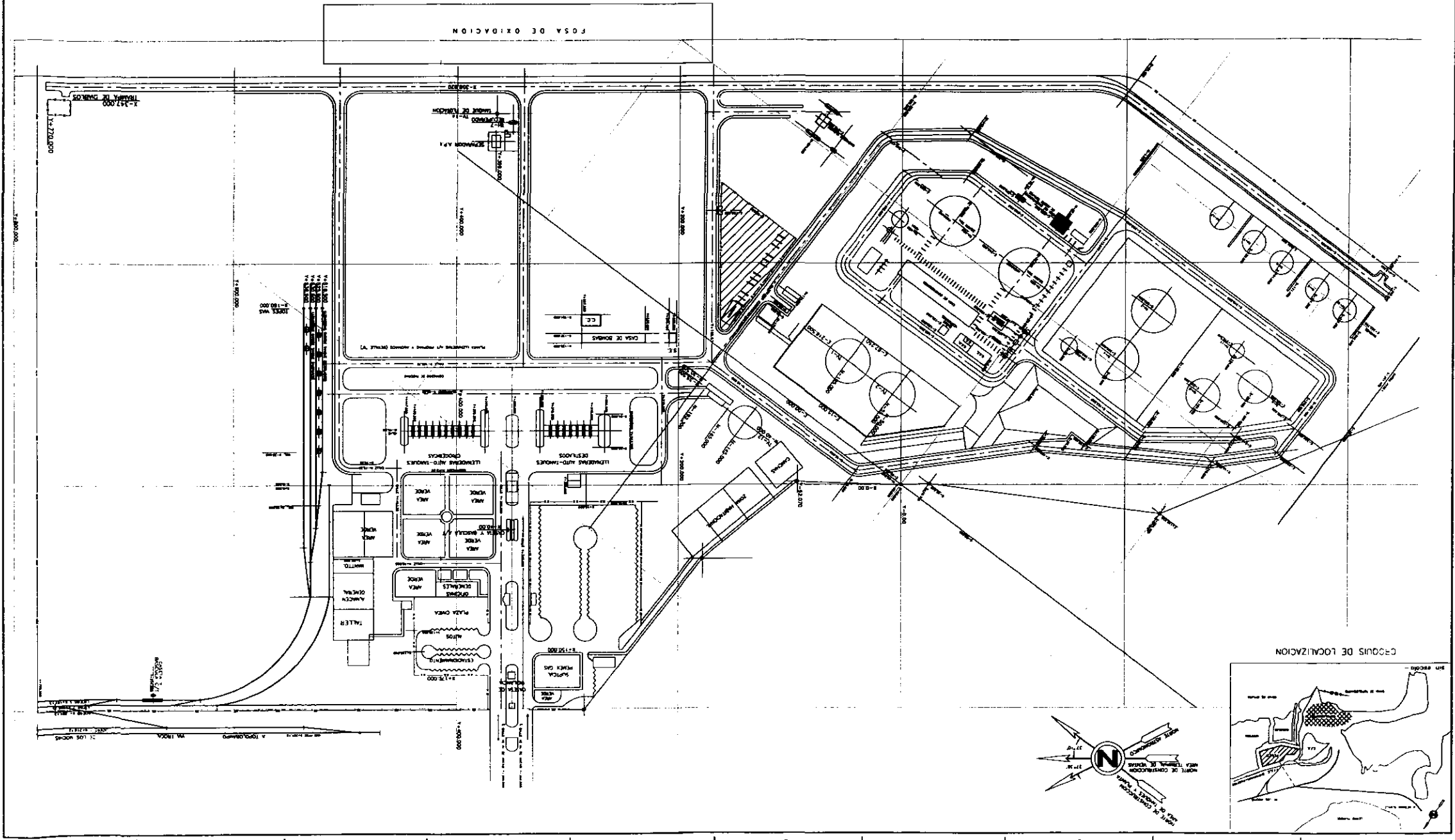
- 1. Línea de distribución de agua
- 2. Línea de distribución de agua
- 3. Línea de distribución de agua
- 4. Línea de distribución de agua
- 5. Línea de distribución de agua
- 6. Línea de distribución de agua
- 7. Línea de distribución de agua
- 8. Línea de distribución de agua
- 9. Línea de distribución de agua
- 10. Línea de distribución de agua

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES	
"ZARAGOZA"	
PROF. DR. JESUS HERRERA	
ING. NICOLAS GAYANOS MARTINEZ	
ING. RENE DE LA ROSA MEDINA	
APROBADO:	REVISADO:
FECHA: 15/JUL/96	DESCRIPCION: DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION
SISTEMAS DE DESGASES, AMONACO Y LPS	
(DIAGRAMA MECANICO DE FLUJO)	
LUGAR: FES "ZARAGOZA", MEXICO D.F.	
DIBUJO No. 01	



NOTAS:
 1.- Este A.C. es el resultado de la revisión y modificación de la última versión de la A.C. anterior.
 2.- La A.C. anterior es la que se encuentra en el expediente de la obra.
 3.- La A.C. anterior es la que se encuentra en el expediente de la obra.
 4.- La A.C. anterior es la que se encuentra en el expediente de la obra.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	VERIFICADO:	APROBADO:	REVISADO:	DESCRIPCION:	FECHA:
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ZARAGOZA"	ING. NICOLAS GARCIA MARTINEZ	ING. ROSE DE LA MORA MEDINA	0	APROBADO PARA CONSTRUCCION	19/JUL/98
PROYECTO:	VERIFICADO:	APROBADO:	REVISADO:	DESCRIPCION:	FECHA:
PLANO DE LOCALIZACION GENERAL DE EQUIPO (TERMINAL)					
LUGAR: FES "ZARAGOZA" MEXICO D.F.	PROYECTO No.:	PROYECTO No.:	PROYECTO No.:	PROYECTO No.:	PROYECTO No.:
ESCALA: 1:50					



ANEXO E

HOJAS DE DATOS QUE EMITE PROCESO.

Dentro de la Ingeniería Básica, existen documentos en los cuales se especifican las principales características de los equipos, que son requeridos dentro del proceso, estos son conocidos como "Hojas de Datos".

La información que contienen las hojas de datos, están basadas principalmente en los balances de masa y energía y en los cálculos de equipos realizados por el departamento correspondiente, así se tienen como hojas de datos más comunes, a las siguientes:

- E.1. Hoja de datos de proceso para bombas*
- E.2. Hoja de datos de proceso para compresor*
- E.3. Hoja de datos de proceso para tanque atmosférico*
- E.4. Hoja de datos de proceso para tanque horizontal*
- E.5. Hoja de datos de proceso para tanque vertical*
- E.6. Hoja de datos de proceso para disco de ruptura*
- E.7. Hoja de datos de proceso para válvula de seguridad*
- E.8. Hoja de datos de proceso para válvulas de control*
- E.9. Hoja de especificación de instrumentos.*
- E.10 Hoja de datos de proceso para cambiadores de calor*

En las hojas de datos, se indican las principales condiciones que deben de reunir los equipos, como son por ejemplo, temperatura, densidad, presión, unidades requeridas, espesor de pared, flujo a manejar; así mismo se indica en él, (principalmente para el caso de recipientes), los puntos donde se deben de ubicar las líneas de entrada y descarga, también los puntos en donde se deben de ubicar los instrumentos requeridos por los mismos. Estas hojas de datos, servirán en su momento para que el departamento correspondiente, efectúe los trabajos necesarios.

Por otra parte, para el caso de las hojas de datos de equipos de tipo mecánico tales como, bombas o compresores, se indica además de la viscosidad, densidad o presión, el flujo a manejar, la temperatura del fluido, potencia del equipo, etcétera; es decir, se debe plasmar la mayor información posible para que en su momento, estos equipos sean requisitados adecuadamente por el Departamento correspondiente.

Así mismo, al recurrir a éstas hojas de datos de equipo, el usuario debe verificar que las mismas, tengan la última revisión que editó el departamento que la origino, por lo que de lo contrario, no sabrán si los datos que en ella se encuentran son los reales, dado que a medida que avanza el proyecto, puede ser necesario modificar algún equipo por razones de proceso, del fabricante o por el alcance del mismo.

Finalmente, a continuación se presentan algunos de los formatos típicos, que son utilizados como hojas de datos dentro de las diferentes firmas de Ingeniería.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"
HOJA DE DATOS DE BOMBAS CENTRIFUGAS

CTG. REC.

HOLA DE

FABRICANTE		BASE	ALTERNATIVA			
FUNCIONAMIENTO	TAMAÑO Y TIPO:					
	CURVA PROPUESTA:					
	NPSH REQ. (PIES DE AGUA) / Nsucc.					
	No. DE PASOS / RPM					
	EFICIENCIA A CONDICIONES NOMINALES / BHP:					
	MAX. BHP DEL IMPULSOR DE DISEÑO:					
	MAX. CARGA DEL IMPULSOR DE DISEÑO:					
CAUDAL MINIMO CONTINUO ESTABLE (GPM)						
CONSTRUCCION	CARCAZA:	MONTAJE:				
		CORTE:				
	IMPULSOR:	MONTAJE:				
		TIPO / Ø DE DISEÑO / Ø MAXIMO				
	CHUMACERAS:	RADIAL / EMPUJE				
	SELLO MECANICO:	CODIGO API / FABRICANTE				
	PLAN API 610:	LUBRICACION / ENFRIAMIENTO				
	COUPLE / GUARDACUPLE					
	MATERIALES:	CLASE API				
	BOQUILLAS:	SUCCION: Ø / CLASE ANSI / POSICION DESCARGA: Ø / CLASE ANSI / POSICION				
PRES. MAX. PERM A 9F / PRUEBA HIDROSTATICA (PSIG)						
MOTOR ELECT.	FABRICANTE / PROTECCION DE LA CARCAZA					
	HP / RPM					
	VOLTZ / FASES / HERTZ					
	CHUMACERAS / LUBRICACION					
TURBINA VAPOR	FABRICANTE / MODELO / GOBERNADOR					
	POTENCIA DE SELECCION PARA RPM					
	CONSUMO DE VAPOR (lb / HP-HR)					
	MATERIAL CARCAZA / PARTES INTERNAS					
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO E HIDROSTATICA / NPSH						
PESO: BOMBA + BASE + MOTOR / BOMBA + BASE + TURBINA (Kg)						
BASE API 610 No.		ULTIMA EDICION				
NOTAS:		REVISION:	0	1	2	3
a) SE APLICARA LA PRACTICA DE INGENIERIA CORRESPONDIENTE		FECHA:				
b) LA INFORMACION FALTANTE DEBE SER SUMINISTRADA POR EL PROVEEDOR		ELABORO:				
c) PARA SERVICIOS AUX. DE ELECTRICIDAD Y/O VAPOR, VER LOS REQUISITOS ESPECIFICOS DE LA PRACTICA DE INGENIERIA		APROBO:				
d) (F) INDICA INFORMACION PROPORCIONADA POR EL FABRICANTE		J. PROY.				



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"

HOJA DE DATOS DE PROCESO
PARA COMPRESOR.

REQ No.:

HOJA DE

PROYECTO No.:

No. DE UNIDADES:

PLANTA:

LOCALIZACIÓN:

CLAVE DEL EQUIPO:

SERVICIO:

TIPO:

GAS MANEJADO:

CONDICIONES DE OPERACIÓN:

MINIMO

NORMAL

MAXIMO

MINIMO

NORMAL

MAXIMO

CAPACIDAD:

Ton/h.

Nm³/h

CONDICIONES DE SUCCIÓN:

PRESIÓN, Kg/cm² man:

TEMPERATURA °C

DENSIDAD Kg/m³

HUMEDAD RELATIVA %:

PESO MOLECULAR:

FACTOR DE COMPRESIBILIDAD (Z):

"K" (cp/cv):

CONDICIONES DE DESCARGA:

PRESIÓN, Kg/cm² man:

TEMPERATURA °C

DENSIDAD Kg/m³

FACTOR DE COMPRESIBILIDAD (Z) PARA TEMP. EST.

"K" (cp/cv) PARA TEMP. EST.:

MOTOR:

POR:

PRESIÓN ATM.:

SERVICIOS AUXILIARES:

VAPOR: PSIG: TEMP.: °F

SALIDA: PSIG:

AGUA DE ENFRIAMIENTO:

FACTOR DE INCRUSTACIÓN:

PRESIÓN, SUMINISTRO: PSIG: RETORNO: PSIG.

TEMPERATURA, SUMINISTRO: °F, RETORNO: °F.

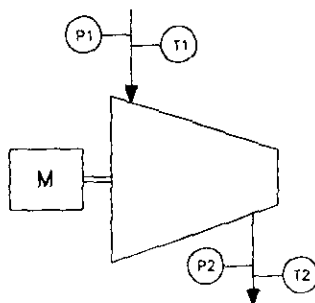
GASTO: GPM.

NOTAS:

1) LAS CONDICIONES DE PRESIÓN SON A LA ENTRADA

DE LAS BOQUILLAS DEL COMPRESOR:

2) LAS CONDICIONES NORMALES SON: 1.033 Kg/cm², 0 °C



REVISIÓN:

0

1

2

FECHA:

ALABORO:

APROBO:



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"

HOJA DE DATOS DE
PROCESO PARA
RECIPIENTES

CLIENTE:

PLANTA:

LOCALIZACIÓN:

CLAVE DEL EQUIPO:

PROYECTO No. _____

HOJA _____ DE _____

REQ./O.C. N- _____

No. UNIDADES:

SERVICIO:

POSICIÓN:

TIPO DE FLUIDO:

FLUJO:

LPM

DENSIDAD

g/cm³

VAPOR O GAS

FLUJO:

DENSIDAD

g/cm³

TEMPERATURA:

°C; MÁXIMA

°C DISEÑO

°C.

PRESIÓN:

Kg/cm² man.

MÁXIMA

Kg/cm² man.; DISEÑO

Kg/cm² man.

DIMENSIONES:

mm;

DIÁMETRO

mm.; CAP. TOTAL

litros.

NIVEL:

mm;

MÁXIMO

mm.; MÍNIMO

mm.

ALARMA ALTO NIVEL

mm;

ALARMA BAJO NIVEL

mm.; NIVEL DE PARO

mm.

MATERIALES: CASCARON

CABEZAS

; MALLA SEPARADORA:

ESPESOR

mm; MATERIAL:

TIPO CIRCULAR: DIÁMETRO

mm;

TIPO RECTANGULAR: LONGITUD

mm;

ANCHO

mm.

CORROSIÓN PERM: CASCARON

mm;

CABEZAS

mm.; AISLAMIENTO:

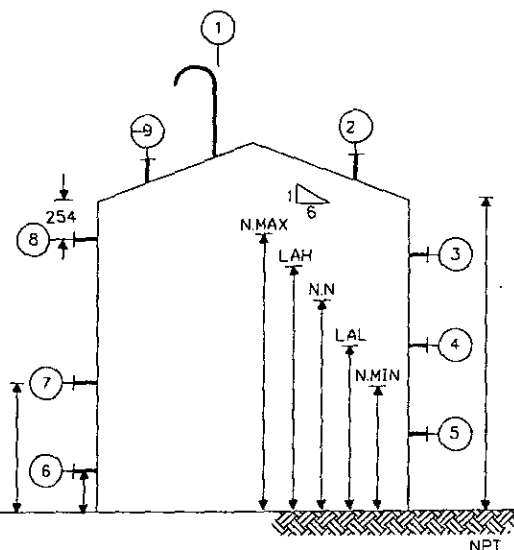
RECUBRIMIENTO INTERNO:

BOQUILLAS (NOTA 1)

No.	CANT.	Ø NOM.	SERVICIO
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			

NOTAS

- 1.- ACOTACIONES Y DIÁMETROS DE BOQUILLAS EN mm.
- 2.- EL ESPESOR DEL RECIPIENTE SERÁ FUNCIÓN DEL ESFUERZO ESTRUCTURAL DEL MISMO, MAS QUE DE LA PRESIÓN DE DISEÑO.



REVISIÓN	1	2	3	4
FECHA				
ELAB. POR				
APR. POR				

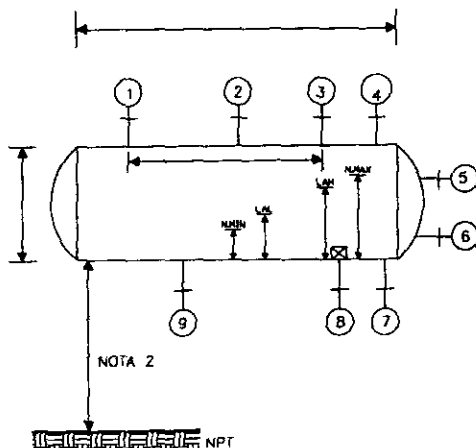
CLIENTE:		PROYECTO No.	
PLANTA:		HOJA DE	
LOCALIZACION:		REQ./O.C. N-	
CLAVE DEL EQUIPO:		No. UNIDADES:	
SERVICIO:		POSICION:	
TIPO DE FLUIDO:	FLUJO:	LPM	DENSIDAD g/cm ³
VAPOR O GAS	FLUJO:	m ² /s.	DENSIDAD g/cm ³
TEMPERATURA:	°C; MAXIMA	°C DISEÑO	°C.
PRESION:	Kg/cm ² man. MAXIMA	Kg/cm ² man.; DISEÑO	Kg/cm ² man.
DIMENSIONES: LONGITUD T.T.	mm; DIAMETRO	mm.; CAP. TOTAL	litros.
NIVEL:	mm; MAXIMO	mm.; MINIMO	mm.
ALARMA ALTO NIVEL	mm; ALARMA BAJO NIVEL	mm.; NIVEL DE PARO	mm.
MATERIALES: CASCARON	CABEZAS	: MALLA SEPARADORA: ESPESOR	mm; MATERIAL:
TIPO CIRCULAR: DIAMETRO	mm;	TIPO RECTANGULAR: LONGITUD	mm; ANCHO mm.
CORROSION PERM: CASCARON	mm; CABEZAS	mm.; AISLAMIENTO:	RECUBRIMIENTO INTERNO:

BOQUILLAS (NOTA 1)

[illegible]

NOTAS

- 1.- ACOTACIONES Y DIAMETROS DE BOQUILLAS EN mm.
2.- MINIMA POR TUBERIAS.



		REVISION	0	1	2	3
		FECHA				
		ELAB. POR				
		APR. POR				

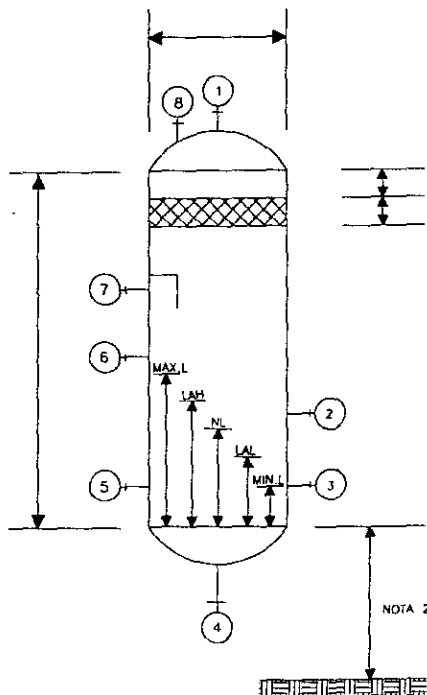
CLIENTE:		PROYECTO No.	
PLANTA:		HOJA	DE
LOCALIZACION:		REQ./O.C. N-	
CLAVE DEL EQUIPO:		No. UNIDADES:	
SERVICIO:		POSICION:	
TIPO DE FLUIDO:	FLUJO:	LPM	DENSIDAD g/cm^3
VAPOR O GAS	FLUJO:	m^3/s	DENSIDAD g/cm^3
TEMPERATURA:	°C. MAXIMA	°C DISEÑO	°C.
PRESION:	Kg/cm ² g. MAXIMA	Kg/cm ² man.; DISEÑO	Kg/cm ² man.
DIMENSIONES: LONGITUD T.T.		mm.; DIAMETRO	mm.; CAP. TOTAL litros.
NIVEL:		mm.; MAXIMO	mm.; MINIMO mm.
ALARMA ALTO NIVEL	mm.; ALARMA BAJO NIVEL	mm.; NIVEL DE PARO	mm.
MATERIALES: CASCARON	CABEZAS	; MALLA SEPARADORA: ESPESOR	mm; MATERIAL:
TIPO CIRCULAR: DIAMETRO	mm;	TIPO RECTANGULAR: LONGITUD	mm; ANCHO mm.
CORROSION PERM: CASCARON	mm;	CABEZAS	mm.; AISLAMIENTO: RECUBRIMIENTO INTERNO:

BOQUILLAS (NOTA 1)

[illegible]

NOTAS

- 1.- ACOTACIONES Y DIAMETROS DE BOQUILLAS EN mm.
2.- MINIMA POR TUBERIAS.



REVISION	0	1	2
FECHA			
ELAB. POR			
APR. POR			



PLANTA:		REV.	0	0	0	0	0	
LOCALIZACION:		FECHA						
PROYECTO No.		POR						
REQ		APR.						
GENERAL	1 IDENTIFICACION							
	2 SERVICIO							
	3 LINEA O EQUIPO							
	4 TAMAÑO Y CEDULA DE LA TUBERIA							
CONDICIONES DE SERVICIO	5 CODIGO DE DISEÑO							
	6 BASES DE SELECCION							
	7 FLUIDO							
	8 VAPOR O	Kg/hr						
	9 GAS	PESO MOLECULAR						
	10 LIQUIDO	M ³ /hr						
	11	Gr. ESP. @ T REL						
	12 AGENTES CORROSIVOS							
	13 SOBREPRES. (PSIG)	TEMP. OP. (°C)						
	14 PRESION DE RUPTURA (Kg/cm ² m)							
	15 TEMPERATURA RELEVIO (°C)							
	16 CONTRAPRESION CONSTANTE (Kg/cm ² m)							
	17 VACIO (Kg/cm ² A) MAX (Kg/cm ² A)							
	18 RANGO DE PRESION DE RUPTURA							
	19							
	DISCO	20 TIPO O MODELO						
		21 TAMAÑO						
		22 MATERIAL						
		23 RECUR. DE ENTRADA	SALIDA					
24 CANTIDAD POR ENSAMBLE								
25								
SOPORTE DE VACIO	26 TIPO O MODELO							
	27 MATERIAL							
	28 CANTIDAD POR ENSAMBLE							
	29 ADJUNTO AL DISCO							
MONTAJE	30 TIPO O MODELO							
	31 BRIDAS (LIBRAJE)	TIPO DE CARA						
	32 DIAM. INT. DE LA CONEXION							
	33 MATERIAL DE LA BASE							
	34 MATERIAL DEL HOLDOWN							
	35 CONEX. 1/2" NPT EN BRIDA DEL HOLDOWN							
OPCIONES	36 TORNILLOS Y TUERCAS							
	37 ROSCAS DE PREESAMBLE							
	38 VALVULA DE EXCESO DE FLUJO							
	39 MANOMETRO							
	40 TORNILLO DE LEVANTAMIENTO							
41								



PLANTA	REV	0	1	2	3	4
LOCALIZACION	FECHA					
PROYECTO No.	POR					
REQ.	APR.					

<u>GENERALIDADES</u>									
1	No. IDENTIFICACION								
2	No. DE LINEA O EQUIPO								
3	DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION								
4	TIPO DE DISEÑO								
5	TIPO DE ASIENTO								
6	SEGURIDAD O RELEVO								
7	TIPO DE BONETE								
<u>CONEXIONES</u>									
8	ENTRADA in		/		SALIDA in				
9	LIBRAJE BRIDA - ANSI O ROSCADA								
10	TIPO DE CARA								
<u>MATERIALES</u>									
11	CUERPO		/		BONETE				
12	ASIENTO		/		DISCO				
13	SELLO ELASTICO DEL ASIENTO								
14	GUÍA		/		ANILLOS				
15	RESORTE								
16	FUELLE								
17									
<u>ACCESORIOS</u>									
18	CAPUCHA : ROSCADA O ATORNILLADA								
19	PALANCA : PLANA O EMPACADA								
20	MORDAZA								
21	OTRO								
22									
<u>BASES DE SELECCION</u>									
23	CODIGO								
24	FUEGO								
25	OTRO								
26									
<u>CONDICIONES DE SERVICIO</u>									
27	FLUIDO Y FASE (L=LIQUIDO, V=VAPOR)								
28	CAPACIDAD REQ. (lb/h) (GPM)								
29	PESO MOL O DENS REL. OT. RELEVO								
30	VISCOSIDAD @ T. RELEVO								
31	PRESION (PSIG) :		NORMAL		/		AJUSTE		
32	TEMPERATURA (°F) :		NORMAL		/		RELEVO		
33	CONTRAPRESION CONSTANTE (PSIG.)								
34	CONTRAPRESION DESARROLLADA (PSIG.)								
35	SOBREPRESION (%)								
36	FACTOR DE COMPRESIBILIDAD								
37	K(CP/CV)								
38	PRESION ATMOSFERICA (lb/in ²)								
39									
<u>AREA DE ORIFICIO</u>									
40	CALCULADA (in ²)								
41	SELECCIONADA(in ²)								
42	ORIFICIO								
43	No. MOD. FAB.								

NOTAS :

(F) INFORMACION PROPORCIONADA POR FABRICANTE



PLANTA:		REVISIÓN:	0	1	2	3
LOCALIZACIÓN:		FECHA:				
CONTRATO No.:		ELABORÓ:				
REQ.:		APROBÓ:				

GRAL.	1	TAG No.:				
	2	SERVICIO:				
	3	No. DE LINEA/EQUIPO:				
	4	TAMAÑO LINEA-CEDULA:				
CUERPO	5	TIPO DE CUERPO:				
	6	TAM. CUERPO/TAM. PUERTO:				
	7	GUÍAS/Nº. DE PUERTOS:				
	8	TIPO Y RANGO CONEXIONES:				
	9	MATERIAL CUERPO:				
	10	MATERIAL EMPAQUES:				
	11	LUBRIC./VALV. AISLADORA:				
	12	TIPO DE BOMETE:				
	13	FORMA INTERIORES:				
	14	MAT'L ASIENTO/TAPON:				
ACTUADOR	15	MAT'L FLECHA:				
	16	MAT'L ASIENTO SUME:				
	17	NIVEL MAX. RUIDO PERMISIBLE:				
	18					
	19	TIPO DE ACTUADOR:				
	20	CIERRA A/ABRE A:				
	21	EL FLUJO TIENDE A:				
	22	POSICIÓN EN FALLA:				
	23	LOCALIZACIÓN DE VOLANTE:				
	24					
POSIC.	25	FILTRO-REG. MAN. BY-PASS				
	26	SEÑAL ENTRADA:				
	27	SEÑAL SALIDA:				
	28	SUMINISTRO DE AIRE:				
OPCIÓN	29	SEÑAL ENTRADA:				
	30	SEÑAL SALIDA:				
	31	VALVULA SOLENOIDE 3 VAS:				
COND. DE OPERACION.	32	ATENUADOR DE RUIDO:				
	33					
	34	UNIDADES DE FLUJO:				
	35	FLUIDO:				
	36	FLUJO MIN. FLUJO MAX.:				
	37	FLUJO NORMAL:				
	38	PRESION NORMAL MAXIMA:				
	39	OP. NORMAL OP. CIERRE				
	40	TEMP. NORMAL MAXIMA:				
	41	Sp.Gr.: PESO MOLEC.:				
	42	VISCOSIDAD OP. FACTOR "Z":				
	43	SOBRECALENTAMIENTO % SOLIDOS				
	44	PRESION VAPOR PRESION CRITICA				
	45	Cv. CALC. A Q NORMAL Cv. CALC. A Q MAX.				
	46	Cv DE LA VALVULA:				
	47	NIVEL DE RUIDO PRED.				
	48	FABRICANTE:				
49	MODELO:					

NOTAS:

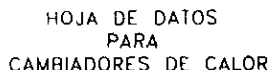
- 1) CUANDO SE MANEJE UN MATERIAL CORROSIVO INDICAR PARTES POR MILLON DE ESTE Y PARA LIQUIDOS INDICAR SI EXISTEN SOLIDOS EN SUSPENSION.
2) CUANDO SE MUESTRE LIQUIDO Y VAPOR AL MISMO TIEMPO ESTO INDICA LAS CONDICIONES DE VAPORIZACION, EXCEPTO SI SE ANOTA ALGO, ESTAS CONDICIONES SERAN CORRIENTE ABAND DE LA VALVULA.
3) EN EL CASO DE QUE LA PRESION DE VAPOR SEA IGUAL A LA PRESION DE ENTRADA REPORTAR UNA DIFERENCIA ENTRE LAS DOS DE 0.1 PSI



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"

HOJA DE DATOS
PARA ESPECIFICACIÓN
DE INSTRUMENTOS

CLIENTE:	PROYECTO:											
PLANTA:	HOJA DE											
LOCALIZACIÓN:												
No. DE IDENTIFICACION	NORMAL		MAXIMA		NORMAL		MAXIMA		NORMAL		MAXIMA	
CONDICIONES DE OPERACION:												
FLUIDO:												
FASE:												
FLUJO MANEJADO (kg/h):												
PRESION DE ENTRADA (kg/cm ²):												
CADA DE PRESION (kg/cm ²):												
TEMPERATURA DE OPERACION (°C):												
PRESION DE OPERACION (kg/cm ² man.):												
GRAVEDAD ESPECIFICA:												
DENSIDAD (kg/m ³):												
PRESION CRITICA (kg/cm ²):												
PESO MOLECULAR:												
VISCOSIDAD A TEMP. DE OPER. (cp):												
PRES. DE VAP. A TEMP. DE OPER. (kg/cm ²):												
FACTOR DE COMPRESIBILIDAD:												
Cp/Cv:												
CALOR LATENTE DE VAP. (kcal/kg):												
PRESION DE AJUSTE (kg/cm ²):												
PUNTO DE AJUSTE:												
VAR. PERM. EN PUNTO DE AJUSTE:												
No. DE LINEA:												
NUMERO DE DTL:												
REVISION:	0	1	2	3	4	5	6	COMENTARIOS:				
FECHA:												
ELABORO:												
APROBO:												

193

ANÁLISIS COMPARATIVO DE COMPRESORES.

El empleo de compresores en la industria petrolera es aparte de muy extenso, muy variado, dependiendo del área de aplicación. Al respecto se pueden mencionar algunas de las aplicaciones más importantes de estos, dentro de la industria del petróleo.

F.1. Aplicaciones:

F.1.1. Gas lift.

En esta aplicación, los compresores se emplean para mantener los niveles de producción de aceite en los yacimientos. Esto es; los compresores bombean gas dentro del yacimiento, provocando con esto que el aceite fluya hasta las instalaciones de explotación.

F.1.2. Sistema de transportación de gas.

Otra de las aplicaciones de gran importancia de los compresores en la industria petrolera, lo constituye el empleo de estos equipos para transportar el gas a comercializar. Esto se logra a partir del bombeo de gas por los compresores a través de los gasoductos. Enviando por este medio el gas a zonas de tratamiento o bien a comercialización. Este tipo de sistema se encuentra tanto en instalaciones costa afuera, así como en instalaciones marinas para el manejo del gas de producción.

F.1.3. Sistema de refrigeración.

A este respecto, se requeriría mucho más espacio para indicar las aplicaciones de los compresores en sistema de refrigeración, (este punto ya fue analizado en el capítulo tres.) los cuales van desde el empleo de sistemas de aire acondicionado, hasta sistemas de refrigeración tan complejos, como la recuperación de vapores de gases licuados y/o sistemas de carga.

F.1.4. Otras.

Una de las aplicaciones típicas de los compresores, se encuentran en el suministro de aire para diferentes aplicaciones, dentro de cualquier instalación petrolera, las cuales van desde el suministro de aire para accionar diferentes herramientas neumáticas, hasta el accionar de diferentes dispositivos críticos, como son los sistemas de arranque y accionadores de controles neumáticos.

Lo anteriormente mencionado, sólo muestra algunas de las tantas aplicaciones en donde se utilizan los sistemas de compresión. Además cabe hacer la aclaración de que cada aplicación requiere un arreglo diferente y específico para su aplicación. Así también, los equipos de compresión deberán de cumplir con diferentes características para una aplicación confiable y adecuada del sistema.

Esto quiere decir que cada sistema de compresión debe de ser analizado en forma individual, para así dar una adecuada recomendación técnica y económica para su funcionamiento, lo cual será específico para cada sistema.

F.2. Principio de operación de equipos de compresión.

El principio de operación de los compresores, se puede indicar que es el mismo para los diferentes tipos de compresores, porque estos basan su operación en el aumento de presión para la disminución de volumen en el área contenida del fluido.

Esta disminución de volumen se logra, gracias al movimiento lineal que se efectúa en un cilindro, lo que se transforma en el trabajo de compresión, para el caso de los compresores tipo reciprocante. Pero también se puede efectuar la disminución de volumen, en la zona localizada en medio de los dos lóbulos del compresor, (esto en un compresor rotatorio); en donde el volumen del gas disminuye en el espacio rotativo, convergiendo finalmente a la cámara de descarga.

F.3. Tabla de análisis comparativo de compresores.

Para el caso tratado en este trabajo, respecto a la conveniencia del cambio de equipo de compresión y principalmente al tipo de compresores o modelo de compresores, lo podemos observar con una mayor claridad en la siguiente tabla donde se realiza un análisis comparativo de los diferentes equipos de compresión, que para los fluidos que aquí se manejan pueden ser utilizados.

CONCEPTOS	TIPO DE COMPRESOR		
	RECIPROCANTE	TORNILLO	CENTRIFUGO
CAPACIDAD	PEQUEÑAS Y MEDIANAS 8 A 1500 CFM.	PEQUEÑAS Y MEDIANAS 20 Y 24 000 CFM.	DE 750 A 100 000 CFM.
PRESIONES (PSIG)	HASTA 10 000 PSIG	HASTA 640 PSI	HASTA 10 000 PSIG
RUIDO	90-100 dB	90-110 dB	85 dB
VELOCIDAD	DE PROCESO: 300-600 RPM DE AIRE: HASTA 900 RPM LA VELOCIDAD DEL PISTON NO MAYOR A 800 f/min.	500 HASTA 22 000 RPM	3500 HASTA 60 000 RPM
EFICIENCIA TERMICA	60-78%	76% MAXIMA	80% MAXIMA
EFICIENCIA VOLUMETRICA	55-80%	75-90%	----
PROCESO	ADIABATICO	SIMILAR A ADIABATICO	POLITROPICO
REPARACION GENERAL	10 000 HORAS DE OPERACION	40 000 HORAS DE OPERACION	25 000 A 30 000 HORAS DE OPERACION.
CONTROL DE CAPACIDAD	10, 75, 50 Y 25%	100% o 0%	100-50% CON REGULACION O SISTEMA SURGE.
NORMAS APLICABLES	API 618 (COMP. DE PROCESO) API 680 (COMP. DE AIRE)	API 619 (COMP. DE PROCESO)	API 617 (COMP. DE PROCESO) API 672 (COMP. DE AIRE)
NUMERO DE PASOS	HASTA 5 PASOS DE COMP.	HASTA 2 PASOS DE COMP. EN UNA CARCASA	HASTA 3 PASOS EN UNA CARCASA
LUBRICACION	PRESURIZADO (ACEITE)	PRESURIZADO (ACEITE)	PRESURIZADO (ACEITE)
SELLO	MECANICO	MECANICO Y LABERINTO	MECANICO O DE GAS CON SELLO LABERINTO (SIN ACEITE)
LIMITES DE RELACION DE COMPRESION.	HASTA 1:3 POR PASO	DE 1:3 SECOS SIN INYECCION DE ACEITE Y HASTA 1:25 CON INYECCION.	HASTA 1:25
LIMITE DE TEMP.	HASTA 350 °F (POR PASO) PARA COMPRESORES DE PROCESO. HASTA 950 °F PARA COMPRESORES DE AIRE DE UN PASO.	HASTA 350 °F	HASTA 450 °F O MAS.
GAS MANEJADO	CUALQUIER GAS CON POCO CONTENIDO DE SOLIDOS	CUALQUIER GAS CON CONTENIDO DE LIQUIDOS	CUALQUIER GAS LIMPIO DE SOLIDOS
SISTEMA ANTISURGE	NO REQUIERE	NO REQUIERE	SI REQUIERE
ENFRIAMIENTO CON CHAQUETAS	AGUA	AGUA Y ACEITE	AGUA (CAMBIADORES O ENFRIADORES)
COSTO DE OPERACION	REGULAR COSTO	BAJO COSTO	COSTO RELATIVAMENTE BAJO
TIPO DE AITE	MINERAL (PEMEX)	ACEITE SINTETICO (IMPORTADO)	MINERAL (PEMEX)
COSTO DE MANTTO	ALTO COSTO	REGULAR	REGULAR
BOTELLAS DE AMORTIGUAMIENTO	SI REQUIERE	NO REQUIERE	NO REQUIERE
ELEMENTOS DE MOVIMIENTO (DESGASTE)	-CIGÜENAL -CHUMACERAS PRINCIPALES -CHUMACERAS BIELA -CRUCETA (ZAPATAS) -SELLO DE VASTAGO -VASTAGO -PISTONES -ANILLOS DE PISTONES -BOMBA PRINCIPAL DE LUBR. -LAINAS DE VALVULA -RESORTES DE VALVULAS	-ROTORES (HEMBRA Y MACHO) -CHUMACERAS RADIALES Y DE EMPUJE. -SELLOS (MECANICOS) -ENGRANES DE SINCRINIZACION. -ENGRANES DEL REDUCTOR (INCLUYENDO CHUMACERAS) -BOMBA DE LUBRICACION.	-ROTOR (INCLUYENDO IMPULSOR) -CHUMACERAS RADIALES Y DE EMPUJE -FLECHA -INCREMENTADOR DE VELOCIDAD CUANDO ES IMPULSADO CON MOTOR ELECTRICO (INCLUYENDO CHUMACERAS) -BOMBA DE LUBRICACION.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

Libros.

- 1.- A. Hougen, K. M. Watson, R. A. Ragatz; *Chemical Process Principles*, John Wiley & Sons, Inc., New York
- 2.- D. Q. Kern, *Procesos de Transferencia de Calor*. Cia. Editorial Continental, S.A. de C.V., México
- 3.- Evans; *Equipment Design Handbook for Refining and Chemical Plants*. Gulf Publishing Co. Vol. 1, 2 y 3.
- 4.- H. F. Esse y N.H. Barrow; *Project Engineering of Process Plants* . John Wiley & Sons Inc.
- 5.- M. S. Peters, K. D. Timmerhaus; *Plant Desing and Economics for Chemical Engineers*, Mc Graw Hill Inc.
- 6.- R. L. Barrón, *Manual de Datos para Flujo de Fluidos y Flujo de Calor*. Edit. Isla Revillagigedo, México D.F.
- 7.- W. L. McCabe, J. C. Smith; *Operaciones Básicas de Ingeniería Química*, Edit. Reverté, S.A. Barcelona España.

Manuales.

- 8.- Clarke Davison; *Manual For Process Engineer Calculations*. Mc Graw Hill Co.
- 9.- CRANE. *Flujo de Fluidos, en Válvulas Accesorios y Tuberías*, McGraw-Hill México D.F.
- 10.- H. Perry, D. W. Green, J. O. Maloney, *Perry, Manual del Ingeniero Químico*, McGraw-Hill,
- 11.- Mc.Naughton, *Bombas, Selección Uso y Mantenimiento*. McGraw-Hill México, D.F.

Normas.

- 12.- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, *NORMA Oficial Mexicana NOM-021/1-SCFI-1993, Recipientes Sujetos a Presión no Expuestos a calentamiento por Medios Artificiales Para Contener Gas L.P. Tipo no Portátil Requisitos Generales*. Diario Oficial.
- 13.- Secretaría de Energía, *NORMA NOM-001-SEDG-1996, Plantas de Almacenamiento Para Gas L.P. Diseño y Construcción*. Diario Oficial.
- 14.- Petróleos Mexicanos, Gerencia de Protección Ambiental y Seguridad Industrial, *DG-GPASI-SI-3610 REV. 1, Norma Para El Diseño y Construcción de Redes de Agua Contraincendio en Centros de Trabajo de PEMEX-REFINACION*. PEMEX.
- 15.- Petróleos Mexicanos, Gerencia de Protección Ambiental y Seguridad Industrial, *GPEI-SI-3600 REV. 5, Especificaciones Para Protecciones Contraincendio en Tanques De Almacenamiento De Productos Inflamables y Combustibles, de la Subdirección de Transformación Industrial*. PEMEX.

Códigos.

- 16.- *ANSI/ASME B31.3-1984 Chemical Plant And Petroleum Refinery Piping*, The American Society of Mechanical Engineers, New York.
- 17.- *API STANDARD 676, 1994 Positive Displacement Pumps-Rotary*, American Petroleum Institute.

Catálogo

- 18.- *FHISER, FHISER-ROSEMOUNT*; Catalog 10, Fhiser Controls Internacional, Inc. April 1995