

2ij. 34  
Tomo 1

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

TESIS MANCOMUNADA:

"INGENIERIA BASICA Y BASES PARA LA INGENIERIA  
DE DETALLE PARA UNA TERMINAL DE ALMACENAMIENTO  
DE AMONIACO DE 3,500 TM".

INGENIERO QUIMICO

SUSTENTANTES:

GONZALEZ RAMOS ALBERTO JAVIER  
LOPEZ HERNANDEZ CARLOS RAFAEL  
REBON GALLARDO JOSE MARIA

MEXICO, CIUDAD UNIVERSITARIA.

1987



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **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 está 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.



# I N D I C E

CONCEPTO	PAGINA
Objetivos y Definición de Alcance	1
Guía General	7
Capítulo I. - Introducción	11
Capítulo II. - Generalidades	17
a. - Descripción de una Firma de Ingeniería	19
b. - Organización de Personal de Proyecto	23
c. - Experiencia	25
d. - Concursos	26
e. - Contratos	28
f. - Estimación de Costos	41
g. - Requerimientos de Mecánica de Suelos	65
Capítulo III. - Ingeniería Básica	71
Sección Didáctica	73
a. - Estimado de Ingeniería Básica	77
b. - Programación	81
c. - Ingeniería de Proceso	89
c.1. - Bases de Diseño de Ingeniería Básica	91
c.2. - Selección del Proceso	94
c.3. - Propiedades e información de Seguridad	118
c.4. - Descripción del Proceso	124

c.5.- Lista de Equipo y Motores	127
c.6.- Balance de Materia y Energía Sumario de Servicios	139
c.7.- Diagramas de Tubería e Instrumen- tación	173
c.8.- Especificación Preliminar de Equi- pos de Proceso	183
d.- Ingeniería Mecánica	229
d.1.- Arreglo de Equipo	231
d.2.- Especificación Preliminar de Tuberías	235
e.- Lista de Instrumentos	237
Capítulo IV.- Bases para el Desarrollo de la Ingeniería de Detalle	243
a.- Programación	255
b.- Ingeniería de Proceso	301
b.1.- Lista de Equipo	303
b.2.- Bases de Diseño	317
b.3.- Criterio de Diseño	325
b.4.- Balance de Servicios	351
b.5.- Requerimientos en límite de Batería	353
b.6.- Diagrama de Distribución de Servicios	355
c.- Ingeniería de Control	357
c.1.- Criterio de Diseño	359
c.2.- Lógicos de Control	374

d.- Ingeniería Mecánica	379
d.1.- Recipientes	
- Criterio de Diseño	381
d.2.- Tuberías	
- Criterio de Diseño	384
- Especificación de Tuberías	392
d.3.- Estudio de Flexibilidad	
- Generalidades	398
- Métodos de Cálculo	399
d.4.- Sistemas contra Incendio	
- Criterio de Diseño	413
d.5.- Sistemas de Aire Acondicionado	
- Especificaciones Generales	416
e.- Ingeniería Eléctrica	419
- Criterio de Diseño	421
f.- Ingeniería Civil	439
f.1.- Criterio de Diseño Estructural	441
f.2.- Criterio Arquitectónico	455
g.- Servicios de Procuración	461
h.- Ingeniería de Costos	469
- Estimado de Inversión	471

CONCEPTO	PAGINA
Capítulo V. - Programa General de Construcción y Arranque	531
a.- Programa	533
b.- Permisos	541
Capítulo VI. - Evaluación del Impacto Ambiental	543
Capítulo VII. - Conclusiones y Recomendaciones	559
Capítulo VIII. - Memorias de Cálculo	563
a.- Bases para Alternativas I y III	565
b.- Cálculos Alternativa I	639
c.- Cálculos Alternativa II	691
d.- Cálculos Alternativa III	701
e.- Cálculos Alternativa IV	731
f.- Cálculos Alternativa V	803
g.- Cálculos Alternativa VI	813
h.- Balance de Servicios	827
i.- Análisis de Alternativas	869
j.- Cálculo del quemador (Flare)	967
k.- Cálculo de líneas de Proceso	983
l.- Cálculo de líneas de servicio	1009
Capítulo IX. - Bibliografía	1021

## **OBJETIVOS Y DEFINICION DE ALCANCE**

**Mi forma de bromear es decir  
la verdad.  
Es la broma más divertida del  
mundo.**

**G. B. Shaw**

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## OBJETIVOS Y DEFINICION DE ALCANCE.

El objetivo de esta tesis es desarrollar la Ingeniería Básica y sentar las bases para la implementación de la Ingeniería de Detalle para el proceso más adecuado para almacenar 3,500 TM de amoniaco líquido.

Para lograr esto se partirá de la base de que un complejo petroquímico que se iba a establecer en el Municipio de Lombarda, Tabasco México, requería amoniaco como servicio auxiliar, y se necesitaba almacenamiento para su distribución a plantas o bien para su exportación hacia otros municipios en complejos productores de fertilizantes. Por problemas políticos, el complejo no fue construido.

Este trabajo se desarrollará bajo la suposición de que es la Facultad de Química, la que desea el sistema de almacenamiento de amoniaco más adecuado para cubrir unas bases de diseño, que supere cualquier modulación de sistemas de almacenamiento del país, sin salirse de los códigos y estándares norteamericanos. Para esto, le encarga a una firma de Ingeniería (F.I.) el proyecto.

Para cumplir dichas metas el trabajo se dividirá de acuerdo con una secuencia lógica:

- Una introducción a la Ingeniería de Proyectos donde se abarcará lo que es un proyecto y la serie de operaciones para llevarlo a cabo.

- Generalidades, donde se describirá con mayor detalle los pasos normales para introducir una idea dentro del campo real de ejecución.

- Desarrollo de la Ingeniería Básica del proceso, en aspectos multidisciplinarios necesarios para su utilización dentro del campo de la Ingeniería de Detalle.

- Bases para el desarrollo de la Ingeniería de Detalle, donde a partir de los códigos norteamericanos de mayor aplicación (API, ASME, ASTM, ANSI, etc.), se tomarán los criterios de diseño más usuales dentro de un proyecto y se llevará a cabo el estimado de inversión para constituir la planta.

Dentro del marco legislativo nacional existen criterios y

## **OBJETIVOS Y DEFINICION DE ALCANCE.**

El objetivo de esta tesis es desarrollar la Ingeniería Básica y sentar las bases para la implementación de la Ingeniería de Detalle para el proceso más adecuado para almacenar 3,500 TM de amoniaco líquido.

Para lograr esto se partirá de la base de que un complejo petroquímico que se iba a establecer en el Municipio de Lombarda, Tabasco México, requería amoniaco como servicio auxiliar, y se necesitaba almacenamiento para su distribución a plantas o bien para su exportación hacia otros municipios en complejos productores de fertilizantes. Por problemas políticos, el complejo no fue construido.

Este trabajo se desarrollará bajo la suposición de que es la Facultad de Química, la que desea el sistema de almacenamiento de amoniaco más adecuado para cubrir unas bases de diseño, que supere cualquier modulación de sistemas de almacenamiento del país, sin salirse de los códigos y estándares norteamericanos. Para esto, le encarga a una firma de Ingeniería (F.I.) el proyecto.

Para cumplir dichas metas el trabajo se dividirá de acuerdo con una secuencia lógica:

- Una introducción a la Ingeniería de Proyectos donde se abarcará lo que es un proyecto y la serie de operaciones para llevarlo a cabo.

- Generalidades, donde se describirá con mayor detalle los pasos normales para introducir una idea dentro del campo real de ejecución.

- Desarrollo de la Ingeniería Básica del proceso, en aspectos multidisciplinarios necesarios para su utilización dentro del campo de la Ingeniería de Detalle.

- Bases para el desarrollo de la Ingeniería de Detalle, donde a partir de los códigos norteamericanos de mayor aplicación (API, ASME, ASTM, ANSI, etc.), se tomarán los criterios de diseño más usuales dentro de un proyecto y se llevará a cabo el estimado de inversión para constituir la planta.

Dentro del marco legislativo nacional existen criterios y

normas a las que el diseño de instalaciones debe apegarse. Sin embargo, hay áreas que presentan opciones potenciales de reducción en costos de inversión que, de acuerdo con el marco económico del país, debieran analizarse, y es en estos casos en los que los departamentos de Ingeniería se apegan a estándares extranjeros adoptados, perdiendo o dejando escapar alternativas potenciales de reducción en costos. Esto sin duda alguna representa un riesgo que el técnico o especialista mexicano tendrá que fundamentar, para no sacrificar o poner en peligro la seguridad de las instalaciones u operadores. Dentro de este trabajo, no se considerará este aspecto debido a las limitaciones técnicas y recursos de los autores. No obstante, se cree pertinente plantear esta inquietud para futuros trabajos.

- Por otro lado se darán las bases necesarias para realizar una evaluación de impacto ambiental producido por cualquier tipo de proyecto o construcción.

- Los procedimientos y memorias de cálculo que respaldan toda Ingeniería y estimaciones realizadas, se incluirán en formatos especiales para ser congruentes con la presentación usual de una firma de Ingeniería, así como conclusiones y recomendaciones generales para la realización de este trabajo.

Sin embargo, no podían omitirse otros aspectos de gran importancia dentro del desarrollo de un proceso.

El campo del Ingeniero Químico no está enfocado, como generalmente se piensa, en llevar a cabo a nivel industrial un proceso concebido en un laboratorio, en el mejor de los casos. Ser el encargado de una planta procesadora o peor aún, ser un profesional sin un campo bien definido.

Al enfrentarse al mundo, un recién egresado tiene la idea general de que en la escuela adquirió todo lo necesario para resolver cualquier problema que se le presente. No obstante, cuando se enfrenta ante un ambiente agresivo y a un campo de acción muy amplio, suelen sufrir burlas, decepciones y fracasar, o bien sobreponerse a todo ello y ganar una valiosa experiencia, en los aspectos técnicos y humanos de su profesión.

A nivel escolar existe un profundo desconocimiento de lo que es la Ingeniería de Proyectos debido a que esta disciplina lleva dentro de sí aspectos teóricos, prácticos y abarca una serie de especialidades aparentemente ajenas a la Ingeniería Química; por lo tanto, una de las metas de esta tesis es mostrar al escolar algunos de los criterios organizacionales, multidisciplinarios y empíricos que están íntimamente relacionados con su carrera y para



los cuales en la escuela se sientan exclusivamente algunas bases.

A nivel industrial (empresa mediana y pequeña), al surgir un problema de expansión o creación de una filial, todo se realiza en base a experiencias similares dentro de otras plantas con equipos de características semejantes, elucubrando cálculos someros o sin ellos, llegando con esto a consecuencias dependientes del azar. Por lo tanto, otro de los objetivos de este trabajo, es servir de guía a la pequeña industria acerca de la manera en que puede desarrollar su proyecto, para llegar a un buen término.

No se pretende presentar la panacea de la Ingeniería de Proyectos en ningún momento, sino transmitir parte de la experiencia acumulada por los autores hacia las nuevas generaciones, para hacerles menos escabroso el camino a seguir y hacer una guía general para el desarrollo de proyectos.

En resumen este trabajo se integrará por dos secciones, una esencialmente bibliográfica, donde se recopila información básica para el desarrollo de un proyecto, y otra creativa, en donde con base a esta información se propone la alternativa más adecuada para almacenar 3500 toneladas de amoníaco, cumpliendo con las metas de un trabajo de este tipo: INFORMACION Y CREATIVIDAD.

## **GUIA GENERAL**

Antes de comenzar a desarrollar este trabajo, se realizará una breve descripción del mismo.

### **CAPITULO I - INTRODUCCION.**

En esta sección se procura explicar el concepto proyecto, así como las etapas requeridas para su consecución.

### **CAPITULO II - GENERALIDADES.**

Donde se describen los elementos necesarios para llevar a cabo un proyecto tales como la organización de una Firma de Ingeniería con las actividades que se realizan y los factores que afectan el desarrollo del mismo, mostrando sus características multidisciplinarias.

Además se muestran los pasos que se siguen cuando el grupo de Ingeniería dentro de una empresa, no tiene los suficientes recursos para llevar a cabo un proyecto. Estos, son los concursos y los contratos, ejemplificando el supuesto para esta tesis por la Facultad de Química y los realizadores de este trabajo (FI).

Por otro lado se sientan las bases para realizar una estimación de costos mostrando las diferentes etapas y rango de precisión de la misma durante la vida de un proyecto, culminando con los requerimientos de un estudio de mecánica de suelos, aspectos que determinan de manera fundamental el inicio del diseño.

### **CAPITULO III - INGENIERIA BASICA.**

Los aspectos de programación, estimación y bases de diseño para una terminal de almacenamiento de amoniaco encabezan este capítulo, seguidos por la selección del proceso más adecuado, tanto técnica como económicamente, con los criterios más adecuados de la teoría de toma de decisiones, continuando con las propiedades e información de seguridad necesarias para el manejo de amoniaco; balances de materia y energía; diagramas de tubería e instrumentación así como arreglos de equipo y especificación preliminar del mismo.

## **CAPITULO IV - BASES PARA EL DESARROLLO DE LA INGENIERIA DE DETALLE.**

En este capítulo, partiendo de la Ingeniería Básica, se empieza a desarrollar la Ingeniería de Detalle para las diferentes especialidades profundizando un poco más en procesos que es la disciplina que se encuentra más estrechamente ligada con la carrera de Ingeniería Química; abarcando las condiciones que deben de cubrir los diferentes departamentos para culminar la Ingeniería de Detalle y la procuración de la terminal de amoniaco particularmente, o cualquier otro proyecto de la misma magnitud.

Además se lleva a cabo el estimado de inversión total para la construcción de esta planta.

## **CAPITULO V - PROGRAMA GENERAL DE CONSTRUCCION Y ARRANQUE.**

Encabeza este capítulo la serie de trámites gubernamentales que es necesario cubrir para llevar a cabo la construcción de la terminal en cuestión, así como el programa para su consecución y arranque.

## **CAPITULO VI - EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL.**

Se presenta una guía para la evaluación del impacto en el ambiente producido por cualquier proyecto para la conservación de nuestro ecosistema. Actualmente no se le ha dado en México la importancia suficiente, pero a partir de 1980 es obligatorio realizar este tipo de estudios ya que existe la Ley Federal de Obras, en la cual se marca que toda construcción de este tipo deberá estar respaldada por una evaluación del Impacto Ambiental para ser llevada a cabo.

## **CAPITULO VII - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES.**

## **CAPITULO VIII - MEMORIAS DE CALCULO.**

Aquí se presentan las memorias de cálculo tanto técnicas como económicas, en formato de hojas de cálculo, de acuerdo con la práctica común. Se explica paso a paso la forma en que se

realizaron balances, cálculos de equipo, propiedades, etc. de tal forma que pueda servir de guía.

## CAPITULO IX - BIBLIOGRAFIA.

Por capítulos se ordena la bibliografía consultada, para que sirva como referencia al lector para profundizar en cada tema, o desarrollar nuevas tesis a partir de ésta.

Como se podrá observar en este trabajo se ejemplifica la Ingeniería de una terminal de amoniaco dentro del contexto de la Ingeniería de Proyectos, dando criterios para llevar a cabo cualquier proyecto.

Con el fin de hacer menos árida la lectura e interpretación se incluyen dibujos, frases célebres y pasajes en la separación de capítulos y secciones.



**CAPITULO I**  
**INTRODUCCION**

## INTRODUCCION

La palabra proyecto ha adquirido muchos significados a través de la evolución constante de la Ingeniería. Es una palabra que se aplica, a veces sin propiedad, a numerosas actividades. Por eso existen muchas opiniones sobre lo que es un proyecto o cuál es la actividad de proyectar. Así, vemos que una persona que tiene una idea que piensa desarrollar en el futuro dice que "tiene un proyecto en mente". De igual manera, cuando existe una propuesta para una ley se dice que es "un proyecto de ley". En la Arquitectura también se habla de "proyectos". Todas estas actividades tienen un vínculo común que consiste en desarrollar, en el futuro, una idea.

"Un proyecto es una actividad cíclica y única para tomar decisiones, en la que el conocimiento de las bases de la ciencia de Ingeniería, la habilidad matemática y la experiencia se conjugan para poder transformar los recursos naturales en sistemas y mecanismos que satisfagan las necesidades humanas".

Se dice que un proyecto es una actividad cíclica porque se repite muchas veces con el fin de alcanzar la meta prefijada. Es muy raro, el caso en el cual se alcanza un resultado con una sola exposición de los criterios. El proceso se repite una y otra vez para ir modificando cierto elemento del conjunto, mientras los demás elementos se mantienen constantes. El proyecto también es una actividad única, puesto que los criterios, los cálculos y las especificaciones que sirven de base para obtener un sistema o un mecanismo, no se utilizarán en su forma original para otro proyecto, a menos que se trate de duplicación.

Existen dos tipos de proyectos que se utilizan en el ejercicio profesional. Uno, es el proyecto por evolución y otro es el proyecto por innovación. El proyecto por evolución, es una actividad que predominaba anteriormente, pues no existía la gran demanda tecnológica de la actualidad. Una vez que se establecía cierto sistema, éste evolucionaba poco a poco y se le introducían mejoras hasta alcanzar el nivel deseado en un momento específico. Esta evolución era lenta porque la iniciaban los consumidores que querían que en algún sistema se incluyeran ciertas modificaciones. Aún existe este tipo de proyecto, pero es menos importante que el segundo y responde cada vez menos a las demandas de la vida moderna.

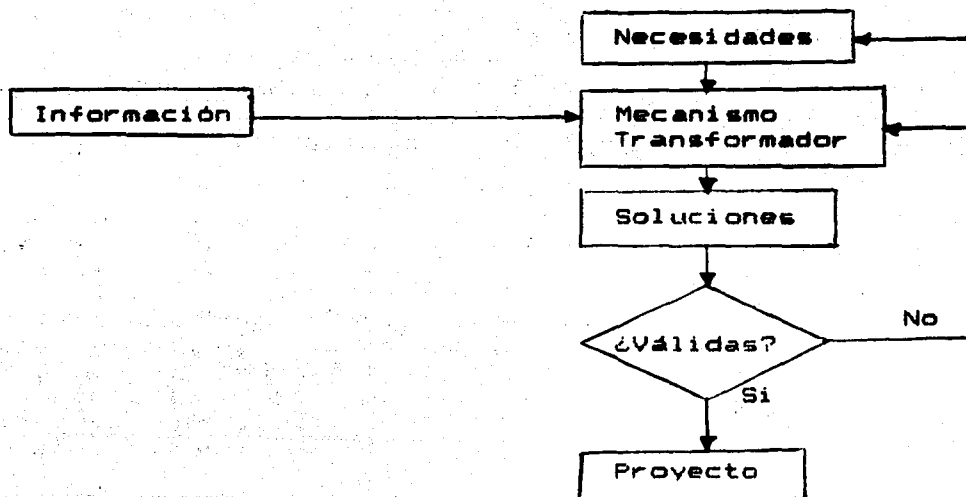
El proyecto por innovación requiere una mayor disciplina. Se recordará que la Ingeniería es una actividad creativa y por consecuencia, intelectual. Lo único que se puede ver son los resultados de la Ingeniería, pero no la Ingeniería en sí. El proyecto por innovación tiene su origen en las actividades de los ingenieros, mediante un estudio previo de las necesidades del mercado, pero no basado exclusivamente en ellas.

Existe un axioma de Ingeniería que se puede simbolizar en cuatro letras, EBSB, cuyo significado es el siguiente:

"Si entra Basura,  
Sale Basura".

Esto quiere decir que los resultados que se obtienen son tan válidos como la información que se utilizó para obtener tales resultados.

Las características básicas del proyecto son las siguientes: identificación de las necesidades existentes, acumulación de la información pertinente, formulación de las soluciones posibles, análisis de éstas, su valuación física y económica, optimización de las mismas con miras a encontrar una solución específica con base a ciertos criterios, diseño detallado del sistema y valuación en el campo. Examinemos cada una de estas características, que aparecen en la figura siguiente:



**Identificación de las necesidades existentes.** Este es el primer elemento de un proyecto y quizá el más importante. Un estudio de mercado o una tendencia identificada son el punto inicial de un proyecto. Es importante cuantificar estas necesidades porque la Ingeniería está sometida a un criterio económico y una falsa identificación puede traer consigo soluciones que no satisfagan las necesidades reales del consumidor provocando algún fracaso económico.

**Acumulación de la información pertinente.** La información acumulada permitirá desarrollar válidamente un proyecto, siempre y cuando esta información sea útil.

**Formulación de las soluciones posibles.** La tendencia a proporcionar una solución única a un problema determinado es, por lo general, muy fuerte. Esta tendencia debe, sin embargo, evitarse puesto que al iniciar un proyecto no es posible valorar todos los criterios que lo rigen. Mediante la formulación de múltiples soluciones se podrá alcanzar un nivel más elevado y más satisfactorio de un proyecto. Estas no deben caer dentro de los marcos conocidos únicamente, sino que debe darse vuelo a la imaginación y no eliminar ninguna de antemano como poco factible, por más inverosímil que parezca. La etapa de eliminación vendrá posteriormente.

**Análisis de las soluciones.** Este es el primer proceso eliminatorio de las soluciones. El análisis debe hacerse tomando como base los criterios establecidos en la identificación de las necesidades existentes. A menudo se piensa que una solución satisface estas necesidades, cuando en realidad sólo refleja un deseo de satisfacerlas. Un análisis cuidadoso, en función de las necesidades, eliminará algunas de las soluciones propuestas.

**Valuación física y económica de las soluciones.** A veces se ha dicho que cualquier proyecto se puede realizar si existe bastante dinero y bastante tiempo para efectuarlo. Este no es un caso común, sino por el contrario, siempre hay limitaciones de tiempo y de dinero. Por eso las soluciones deben valorarse desde el punto de vista de su realización física y si además, tiene justificación desde el punto de vista económico. Aquí conviene preguntarse si la inversión que se piensa hacer en un sistema determinado rendirá beneficios económicos y cómo se puede financiar esa inversión.

**Optimización de las soluciones.** Las técnicas modernas de optimización son muy numerosas. Conviene, por lo tanto, utilizar



estas herramientas de la Ingeniería para solucionar los problemas. Con este fin se elabora un modelo matemático que represente los parámetros más importantes de cada sistema y ese modelo se optimiza basándose en ciertos criterios para estar así en la posibilidad de escoger una solución entre las que se presentan en los pasos previos.

**Diseño detallado del sistema.** Una vez que se obtiene una solución optimizada se puede proceder a elaborar el diseño detallado, que consta del trazado de los planos correspondientes y el conjunto de especificaciones necesarias para la realización del sistema. Como se dijo anteriormente, un sistema es un conjunto ordenado de cosas que funcionan en cierta forma para lograr un fin.

Paralelamente a esta etapa, se hace un estudio económico más detallado de la solución, especificando todas las erogaciones necesarias para la construcción o la producción del proyecto, analizando cuidadosamente el plan de financiamiento y asignando el tiempo y el dinero necesarios para la buena administración del mismo.

El conjunto de planos y especificaciones son una representación simbólica del sistema. El sistema en sí no existe aún. Para convertirlo en una realidad hay que construirlo. Cuando los planos y las especificaciones se entregan a un taller para su construcción, el primer sistema físico que se obtiene es un prototipo.

**Valuación en el campo.** Una vez obtenido el sistema físico o prototipo, es necesario efectuar la valuación bajo condiciones reales, con el fin de identificar las ventajas y las fallas de su comportamiento. Ningún proyecto puede comportarse de modo ideal, debido a las limitaciones de tiempo, dinero y a las limitaciones impuestas por condiciones especiales. Por lo que esta valuación es muy necesaria para acumular los datos que servirán como base práctica para la elaboración de futuros proyectos.

**Proyecto por evolución.** En base a las valuaciones llevadas a cabo en la etapa anterior, se podrá mejorar el sistema por evolución, modificando aquellos criterios que se aplicaron y que se comprobaron que no eran totalmente válidos. Mediante este procedimiento se logrará acercarse al punto óptimo de satisfacción de las necesidades de la primera etapa.

**"FASES DE UN PROYECTO"**

-----

- I.- ENTUSIASMO**
- II.- DESILUSION**
- III.- PANICO**
- IV.- BUSQUEDA DE CULPABLES**
- V.- CASTIGO DE LOS INOCENTES**
- VI.- PREMIOS Y HONORES PARA LOS NO PARTICIPANTES**

**CAPITULO II**

**GENERALIDADES**

## **GENERALIDADES**

### **A) DESCRIPCIÓN DE UNA FIRMA DE INGENIERÍA**

#### **a.1) General**

La Ingeniería de Proyectos está relacionada con el diseño y construcción de plantas industriales. Existen siempre dos factores limitantes para el diseño y la construcción de estas plantas.

- La fecha en que debe empezar la operación normal de la planta.

- El capital disponible para construir la planta.

De aquí que sea imprescindible estudiar todos los aspectos y factores relacionados con lo anterior para optimizar, teniendo en cuenta estos factores limitantes.

A continuación se hará una síntesis de los principales elementos para diseñar y construir plantas industriales.

#### **a.2) Clasificación de Actividades.**

Las actividades realizadas durante el desarrollo de un proyecto involucran:

- Factores técnicos.
- Factores de calendario.
- Factores de costo.

En cada uno de los tres tipos de factores se tienen a su vez tres aspectos.

- Planeación.
- Ejecución.
- Control.

**Factores Técnicos.** Estos factores son todos los relacionados con el diseño y la especificación de cada parte de la planta. En el aspecto de planeación lo más importante son las bases de diseño para la planta, pero también se incluyen las normas, estándares y especificaciones de diseño y construcción de equipo. En lo tocante a la ejecución, es fundamental la elaboración de balances de materia y energía, la elaboración de diagramas de flujo, el

dimensionamiento de equipo, el llenado de hojas de datos y dibujos de planos, entre otras actividades. En lo referente al control, básicamente se verifica que todo lo elaborado se apege a los documentos e ideas sentadas durante la planeación.

**Factores de Calendario.** Son aquellos que tienen que ver con la fecha en que cada una de las actividades se realizan para el diseño y las compras de una planta. En lo respectivo a planeación se tiene el programa general del proyecto, basado en los programas de cada sección del mismo. La ejecución se refiere a la organización del personal para que oportunamente se realice lo programado. El control es la verificación de que una actividad fue ejecutada y completada en la fecha en que se programó.

**Factores de Costo.** Aquí se incluyen todos los elementos relacionados con el capital, desde horas-hombre para realizar toda actividad, hasta los costos de equipo y materiales, pasando por los costos de reproducción de planos y documentos, envíos por correo, transporte, etc. En planeación se incluyen principalmente el estimado de costo de la planta, y el estimado de horas-hombre para efectuar el diseño y las compras del proyecto. Como ejecución se tiene la asignación de personal y dinero para realizar el diseño y las compras. El control significa vigilar que el dinero disponible se ajusta a lo programado.

### a.3) Descripción de las etapas de desarrollo de un Proyecto.

Para llevar a cabo un proyecto, es necesario una intercomunicación entre todos los integrantes del mismo. En la figura A, se muestran las fases y canales fijados.

Cuando se ha concluido que existen tanto la tecnología, como la conveniencia y oportunidad de construir una nueva planta industrial, se inician las actividades de Ingeniería de Proyectos:

- Ingeniería Básica.
- Ingeniería de detalle.
- Compras
- Construcción.
- "Commissioning". (Limpieza, pruebas, dejar listo)
- Arranque y operación normal.

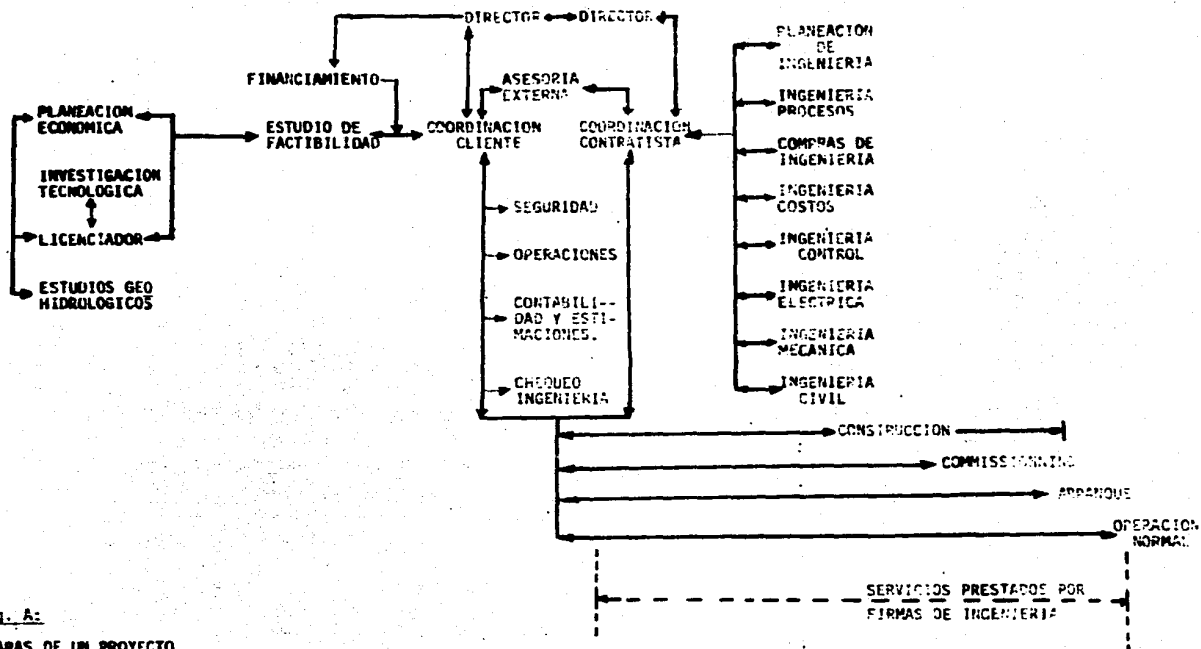


Fig. A:  
ETAPAS DE UN PROYECTO.

Figura A

La "Ingeniería Básica" es la responsable de la selección del proceso y del dimensionamiento de la planta, de todas las corrientes de materiales que se procesan, del intercambio de calor en todos los puntos donde existan, y de todos los equipos necesarios para que la planta opere.

También se especifican las condiciones de presión, temperatura, gastos y niveles en todos los equipos y tuberías. Así mismo, se especifica la instrumentación mínima requerida para mantener las condiciones de operación. Esto se reporta en diagramas de flujo, en hojas de datos de equipo y de instrumentos.

La "Ingeniería de Detalle" es la realización en detalle de todo lo especificado por quienes desarrollan la actividad de Ingeniería Básica. Durante esta etapa se diseñan torres, recipientes y cambiadores de calor; se seleccionan bombas, compresores, instrumentos y el equipo accesorio. También se diseñan las tuberías, las cimentaciones, los edificios, el sistema eléctrico, sistema contra incendio, etc. El resultado de estas actividades se presenta en planos y especificaciones de construcción.

Las "compras" en la Ingeniería de Proyectos son altamente especializadas. Generalmente los responsables de las compras en el aspecto técnico, son los mismos ingenieros que hicieron el diseño o la especificación de los equipos y materiales, y en el comercial, son los ingenieros especialistas en compras.

Esta actividad concluye prácticamente cuando se han adquirido todos los equipos y materiales especificados para la planta, pero es continuada durante la construcción, debido a pérdidas, faltantes o descomposturas.

La "construcción" es la etapa en donde convergen la Ingeniería de detalle y las compras. Los planos, normas y especificaciones indican a los ingenieros y obreros de la construcción, la manera de "ensamblar" todos los equipos y materiales adquiridos para obtener la planta, además de realizar las pruebas hidrostáticas de recipientes grandes sobre su cimentación (columnas, esferas, etc.)

El "commissioning" es la etapa del proyecto, en la cual los sistemas son limpiados y probados, los equipos rotatorios alineados, purgadas las calderas, los instrumentos y circuitos calibrados y probados, etc. Esto es, la planta es puesta "lista" para una operación de arranque.

El "arranque" es la alimentación de reactivos y ajuste de sistemas para lograr un producto que posteriormente, durante la operación normal, se encontrará dentro de la especificación y cantidad requeridas.

## B) ORGANIZACION DE PERSONAL EN PROYECTO.

El diseño y la construcción de una planta de proceso nunca podrán ser llevados a cabo únicamente por profesionales de una sola rama de la Ingeniería. Debe ser el resultado de los esfuerzos coordinados de ingenieros químicos, mecánicos, electricistas y civiles, así como de químicos y especialistas en otros campos. Sin embargo, este esfuerzo combinado, debe ser dirigido por un solo individuo capaz de guiar a los ingenieros, anticipar los problemas rutinarios y programar las diversas fases del trabajo. Por lo tanto, ha llegado a ser práctica común en industrias de procesos, asignar esta responsabilidad global a un solo individuo llamado Ingeniero de Proyecto o Gerente. Los deberes del Gerente de Proyecto para una planta de procesos, además de requerir de un profundo conocimiento en Ingeniería Química, demandan conocimientos de otros campos de la Ingeniería, Administración de Empresas y Economía. Aunque no sea necesariamente un experto en alguna de estas ramas, debe tener conocimientos suficientes para coordinar las actividades en todas ellas.

Los principales grupos que conforman un proyecto son, generalmente, los siguientes, por parte del contratista:

- a.- Proceso.
- b.- Instrumentación.
- c.- Mecánico.
- d.- Eléctrico.
- e.- Civil/Arquitectónico.
- f.- Compras/Inspección/Expedición.
- g.- Programación.
- h.- Costos.

El departamento mecánico suele ser fraccionado, según la organización de la firma o grupo de Ingeniería, en diseño de tuberías, análisis de esfuerzos (flexibilidad), diseño de recipientes y cambiadores, manejo de sólidos, sistema contra incendio y aire acondicionado primordialmente. Como se mencionó anteriormente, estos grupos suelen tener como coordinador a un gerente o jefe de proyecto quien es el responsable de que todas las actividades se realicen con la calidad requerida, en los plazos prefijados y dentro del costo aprobado previamente para el proyecto.

De acuerdo con la figura 1, la autoridad fluye de arriba hacia abajo, mientras que la responsabilidad fluye en sentido inverso.

## **B) ORGANIZACION DE PERSONAL EN PROYECTO.**

El diseño y la construcción de una planta de proceso nunca podrán ser llevados a cabo únicamente por profesionales de una sola rama de la Ingeniería. Debe ser el resultado de los esfuerzos coordinados de ingenieros químicos, mecánicos, electricistas y civiles, así como de químicos y especialistas en otros campos. Sin embargo, este esfuerzo combinado, debe ser dirigido por un solo individuo capaz de guiar a los ingenieros, anticipar los problemas rutinarios y programar las diversas fases del trabajo. Por lo tanto, ha llegado a ser práctica común en industrias de procesos, asignar esta responsabilidad global a un solo individuo llamado Ingeniero de Proyecto o Gerente. Los deberes del Gerente de Proyecto para una planta de procesos, además de requerir de un profundo conocimiento en Ingeniería Química, demandan conocimientos de otros campos de la Ingeniería, Administración de Empresas y Economía. Aunque no sea necesariamente un experto en alguna de estas ramas, debe tener conocimientos suficientes para coordinar las actividades en todas ellas.

Los principales grupos que conforman un proyecto son, generalmente, los siguientes, por parte del contratista:

- a.- Proceso.
- b.- Instrumentación.
- c.- Mecánico.
- d.- Eléctrico.
- e.- Civil/Arquitectónico.
- f.- Compras/Inspección/Expeditación.
- g.- Programación.
- h.- Costos.

El departamento mecánico suele ser fraccionado, según la organización de la firma o grupo de Ingeniería, en diseño de tuberías, análisis de esfuerzos (flexibilidad), diseño de recipientes y cambiadores, manejo de sólidos, sistema contra incendio y aire acondicionado primordialmente. Como se mencionó anteriormente, estos grupos suelen tener como coordinador a un gerente o jefe de proyecto quien es el responsable de que todas las actividades se realicen con la calidad requerida, en los plazos prefijados y dentro del costo aprobado previamente para el proyecto.

De acuerdo con la figura 1, la autoridad fluye de arriba hacia abajo, mientras que la responsabilidad fluye en sentido inverso.





## C) EXPERIENCIA

En toda firma o grupo de Ingeniería, se acumulan en el transcurso de los años muchos datos de diverso tipo que se pueden agrupar en:

- 1) Datos técnicos.
- 2) Datos de duración.
- 3) Datos de costo.

Entre los datos técnicos se cuentan, principalmente, los relacionados con mejores diseños y procedimientos de cálculo. Estos datos se incorporan a las normas y procedimientos de Ingeniería de la Firma.

Los datos de duración. Aquí se obtiene información sobre duración de una revisión cruzada entre las diferentes especialidades; tiempo de revisión y aprobación de planos por el cliente; tiempo de preparación de cotizaciones por los fabricantes de equipo; tiempo de envío de dibujos del fabricante, después de colocar una orden de compra; tiempo de entrega de equipos, etc. Con esta información es posible estructurar un "buen programa" general del proyecto, entendiéndose como "buen programa", un programa que se cumple en todas sus etapas sin grandes atrasos.

Los datos de costo, tienen que ver con costos de equipo y materiales, por un lado, y con costos de realización de actividades por el otro. Aquí se tienen también dos tipos de datos: horas-hombre para realizar una actividad particular y el costo de la hora-hombre por tipo de actividad. El número de horas-hombre por actividad permite realizar estimados de hora-hombre que se cumplan. El costo de la hora-hombre permite fijar sueldos adecuados para cada tipo de especialista, en base a un tabulador aprobado por el cliente, con las cláusulas de escalación adecuadas a la duración del proyecto.

## **D) CONCURSOS.**

Una vez que el cliente ha fijado las políticas y estrategias para la consecución de un proyecto, el paso subsecuente consiste en la invitación a diversas compañías prestadoras de servicios, con la finalidad de obtener propuestas para la ejecución de los trabajos necesarios en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto. A esta serie de actividades se le denomina CONCURSO.

Así pues, se pueden preparar concursos en las diferentes etapas del proyecto, tales como elaboración de Ingeniería Básica, desarrollo de Ingeniería de Detalle, estudios especiales y diferentes aspectos de construcción.

Los pasos normalmente seguidos en la preparación de un concurso son:

- 1.- La elaboración de una carta por parte del cliente a las compañías prestadoras de servicios en la cual se solicita la preparación de una propuesta de acuerdo a sus necesidades y lineamientos. Esta carta deberá ser clara y específica, indicándose el alcance completo de los servicios solicitados, con la finalidad de que las propuestas tengan las mismas bases para poder efectuar una comparación.

Esta invitación estipula una fecha límite para la recepción de propuestas o cotizaciones.

El contenido de una propuesta depende del tipo de servicio solicitado; en el caso de la preparación de Ingeniería Básica y desarrollo de Ingeniería de Detalle, usualmente el contenido es el siguiente:

- a) Carta de Transmisión. Es una carta respuesta por parte del contratista, agradeciendo la invitación para concursar, que antecede a la propuesta.
- b) Ingeniería Básica.
  - b1) Bases de diseño fijadas por el cliente.
  - b2) Descripción y ventajas del proceso ofrecido.
  - b3) Diagramas de flujo del proceso.
  - b4) Requerimientos de servicios auxiliares, productos químicos y catalizadores.

c) Alcance de trabajo para:

- c1) Ingeniería de Proceso e Ingeniería de Detalle.
- c2) Procuración.
- c3) Suministro de Equipo.

d) Lista de equipos a suministrar.

- d1) Equipo de Proceso.
- d2) Equipo Eléctrico.
- d3) Instrumentos.

e) Descripción de equipos e instrumentos.

f) Programa de Ejecución.

g) Aspectos Comerciales.

- g1) Costo de los servicios y suministros.
- g2) Condiciones de pago.
- g3) Condiciones generales.

- 2.- Una vez recibidas las propuestas, el cliente se dispone a efectuar un análisis comparativo tanto técnico como de costo entre los diversos contratistas, a través de tablas comparativas y aclarando mediante juntas, algunos puntos ambiguos que pudieran existir.
- 3.- Realizado el análisis de las diferentes alternativas el cliente cita al contratista seleccionado para aclaración de puntos finales y proceder a la elaboración de un contrato.

## E) CONTRATOS

### E.1. INTRODUCCION

Un contrato es básicamente, un acuerdo entre, al menos, dos partes, para hacer o no hacer algo.

No obstante que la responsabilidad de la elaboración de los contratos que surgen en un proyecto recae directamente en los abogados, los ingenieros juegan un papel cada vez más importante, tanto en la preparación, como en la administración de los mismos.

La comprensión de los principios legales de un contrato, así como de los diversos tipos de contratos empleados durante la ejecución de un proyecto, son conocimientos fundamentales para un ingeniero de proyectos.

A continuación se mencionan algunos requisitos que deben cumplirse para que un contrato sea válido.

#### E.1.a. Competencia de las partes.

Cada una de las partes que intervienen debe ser competente. Esto significa que deberán ser capaces de entender la importancia del acuerdo al que se está llegando. De aquí que un contrato efectuado entre personas mentalmente incompetentes, o bajo la influencia de drogas o alcohol, puede ser declarado inválido.

#### E.1.b. Asunto expuesto adecuado.

Existen dos puntos de cuidado para cumplir este prerrequisito:

- i) Claridad. Para que cada una de las partes cumpla con las obligaciones establecidas en un contrato, éstas deben ser escritas claramente y deben ser ampliamente entendibles, ya que en caso de disputa, las cortes correspondientes emitirán su veredicto en función de la claridad de los términos y obligaciones asentadas en el contrato.
- ii) Legalidad. El asunto expuesto en el contrato deberá estar contenido dentro del marco legal del

país. Esto significa que un contrato no puede establecer términos u obligaciones para cualquiera de las partes que intervienen en él, que vayan en contra de la Ley.

E.1.c. Acuerdo de las partes. El acuerdo entre las partes está en función de una oferta y la aceptación de la misma. La aceptación deberá estar de acuerdo con los términos presentados en la oferta.

Durante esta fase, la cual puede ser muy confusa, es importante asegurar que los conceptos esenciales para cada una de las partes, queden bien entendidos tanto para quien presenta la oferta como para quien la acepta.

Es difícil determinar el punto en el cual una negociación termina y una oferta genuina empieza. Por lo mismo, no todas las cotizaciones o propuestas son elaboradas o solicitadas, para formalizar un contrato. Por lo cual, esta acción podría ayudar a evitar disputas posteriores.

E.1.d. Compromisos. El prerrequisito final para que un contrato sea válido, es el compromiso (algo de un valor, dado en intercambio por una promesa de la otra parte).

En muchos contratos de negocios, este compromiso es definido en dinero (por ejemplo: un depósito), pero puede ser cualquier cosa de valor, acordado por las partes, siempre y cuando sea claramente definible y legal.

Si los tres prerrequisitos anteriores están presentes, pero el compromiso no es acordado entre las partes, el contrato es inválido.

Si bien hay muchas excepciones, consideraciones o interpretaciones que no desarrollaremos, estos principios básicos se aplican a todos los contratos y el ingeniero deberá tener cuidado de ellos, cuando esté involucrado en la contratación.

Generalmente, cuando se parte de la definición de los términos de un contrato, se involucra algún entendimiento acerca del tiempo de vigencia del mismo. En algunos casos, particularmente en contratos para la

construcción, el tiempo es un término esencial. Esto significa que la ejecución dentro del período de tiempo estipulado por el contrato es una obligación. La ejecución de obligaciones por un período de tiempo mayor no está incluida y no representa obligación alguna para las partes.

## **E.2. Clasificación y características de los contratos.**

La siguiente es una clasificación de los contratos más usuales en el desarrollo de los proyectos.

### **E.2.a. Por su Tipo:**

#### **E.2.a.1. Administración.**

- i. Utilidad por %
- ii. Utilidad por tiempo y material.
- iii. Utilidad fija.
- iv. Utilidad por % con límite máximo.

#### **E.2.a.2. Administración con máximo garantizado.**

- i. Incondicional.
- ii. Con previsión para incrementos.

#### **E.2.a.3. Incentivos.**

- i. Utilidad con escalas proporcionales.
- ii. Participación por ahorro en gastos.
- iii. Premio o penalización en función del tiempo.
- iv. Premio o penalización en función de eficiencia de operación.

#### **E.2.a.4. Precio alzado.**

- i. Especificaciones completas.
- ii. Especificaciones preliminares y ajustes.

#### **E.2.a.5. Precios unitarios.**

- i. Precio fijo.
- ii. Precio escalado.

## **E.2.b. Por su Servicio.**

**E.2.b.1. Procuración.**

**E.2.b.2. Ingeniería.**

**E.2.b.3. Construcción.**

**E.2.b.4. Asesoría, Consultoría.**

**Algunas características de estos tipos de contrato son:**

### **E.2.a.1. Contrato por Administración.**

Bajo un contrato de este tipo, el cliente paga todos los costos directos que requiera el proyecto, más un porcentaje de éstos por gastos indirectos para el contratista. El pago del porcentaje cubre todos los gastos de oficinas, administrativos y financieros del contratista. Este tipo de contrato es adecuado para aquellos proyectos o trabajos en que se requiera flexibilidad ó que no se cuente con toda la información para el desarrollo del trabajo y/o las condiciones para efectuar éstas, sean especiales o difíciles, ya que el cliente puede tomar o llevar a juicio del contratista el desarrollo del trabajo.

Una de las principales desventajas que se le atribuyen a este contrato, es el poco incentivo que tiene el contratista para hacer que los costos bajen.

La utilidad puede ser fijada de varias formas:

- i) La utilidad por porcentaje es la que se otorga al contratista con base en un porcentaje del total de los gastos efectuados en el desarrollo de la obra.
- ii) La utilidad por tiempo y material son similares a la anterior. Los costos de material y mano de obra son cargados al cliente a costo actual, así como el tiempo empleado por el personal administrativo de la compañía constructora de acuerdo a tabuladores previamente concertados.
- iii) La utilidad fija es más deseable que la utilidad sobre gastos, para aquellos casos en los cuales es posible especificar con mayor exactitud el alcance del trabajo a desarrollar. Con base en esto, el contratista estima una regalía fija de



acuerdo con sus necesidades. Este tipo de contrato tiene la ventaja de que el contratista no se interesa en prolongar en exceso el trabajo y se ve obligado a terminarlo en el tiempo estipulado para librarse del compromiso y cubrir otros proyectos.

- iv) Una variación de los tipos anteriores es cuando hay una continuación del pago de utilidad de cualquier caso anterior mencionado hasta alcanzarse un máximo establecido. Esto asegura al cliente de no pagar un exceso de regalías por falta de eficiencia en el contratista. Por otra parte, reduce las alternativas que pudiera tener el contratista para incrementar anormalmente el costo del trabajo.

#### E.2.a.2. Contrato con garantía máxima.

Este tipo de contrato es ligeramente diferente de los contratos por administración. En este contrato el cliente paga todos los costos más un cierto porcentaje de utilidad o en utilidad fija hasta una cantidad máxima garantizada.

- i) Érogaciones en exceso de este límite, el contratista no recibe pago de utilidades ni de sus indirectos, o de alguno de los dos, según sea el caso. En el caso contrario, esto es, que exista un ahorro con respecto a la cantidad fija pactada, el contratista recibe como "premio" la parte proporcional que ha sido ahorrada de su utilidad y costo indirecto, o de alguno de los dos según se haya negociado. Este tipo de contrato es ventajoso al cliente porque fija un costo máximo de proyecto y cualquier cifra por abajo de la estipulada es un ahorro en la inversión.
- ii) Una variante es el contrato con garantía máxima y con previsión para escalación. Se aplica cuando el proyecto está sujeto a modificaciones o expansiones durante el desarrollo del mismo, o cuando se prevén factores externos que pueden modificar el presupuesto original, como son: aumento en el costo de materia prima o mano de obra, devaluaciones en la moneda, etc.

### E.2.a.3. Contrato por incentivos.

Este tipo de contrato se celebra cuando por circunstancias del proyecto, no es posible una oferta global de costo por parte del contratista, pero, sin embargo, es conveniente establecer un incentivo encaminado a bajar el costo del proyecto.

El contrato puede ser hecho de tal manera que se le de al contratista una utilidad de acuerdo a una escala proporcional al ahorro que se pudiera alcanzar en el desarrollo del proyecto en tiempo o en costo sobre un costo base estimado. Una forma de plantear un contrato por incentivos es el fijar un mecanismo para establecer ahorros durante la ejecución del proyecto, de acuerdo a bases que se fijan antes de iniciar los trabajos.

Los contratos por incentivos pueden ser planteados, además del ahorro en costo, por ahorro en tiempo, proporcionando así otro tipo de incentivo tan atractivo al contratista como al cliente. Normalmente estos acuerdos se fijan en función a un premio o penalización, basados en tabuladores previamente concertados.

### E.2.a.4.- Contratos a precio alzado.

En este tipo de contrato el contratista efectúa el trabajo a cambio de una cierta cantidad de dinero. Este contrato es atractivo cuando se conoce en detalle el alcance de la obra y ha sido lo suficientemente bien definida por medio de planes y especificaciones; en esta forma puede ser el mejor tipo de contrato para ambas partes.

El contratista en esta base presenta una cotización y tiene un control sobre las operaciones en el desarrollo del proyecto, teniendo además la oportunidad de obtener utilidades extras cuando el trabajo se ha llevado en forma eficiente. El propietario tiene la garantía de un costo definido y del resultado de un concurso puede estar seguro de obtener la mejor oferta en su proyecto. Este tipo de contratos presenta la ventaja adicional de que el cliente se preocupa tan solo de vigilar la calidad de la obra.

En resumen, se puede establecer que las ventajas de este tipo de contrato, para el propietario son:

- .Posibilidad de selección del contratista con base objetivamente competitiva.
- .Precio firme desde un principio.
- .Concentración de responsabilidades.
- .Simplificación en la administración del proyecto.

Para el contratista:

- .Control de coordinación y optimización de recursos y administración.
- .Oportunidad de incrementar su utilidad por eficiencia en las operaciones realizadas.

E.2.a.5. Contratos por precio unitario.

Cuando la información de que se disponga no es lo suficientemente completa para lograr una cotización bien definida, o cuando las cantidades que se presentan están sujetas a cambio, se utiliza el contrato por precio unitario.

En este caso, el contratista deberá presentar tabuladores por unidad, los cuales pueden ser en base a precio fijo o variable con respecto a volúmenes de obra, de esta manera el cliente tiene el control de las cantidades trabajadas.

E.3. Cláusulas generales de contratos.

A continuación se enuncian algunas de las cláusulas más frecuentemente encontradas en contratos de proyectos.

- Objeto del contrato.

En esta cláusula se enuncia en forma general el trabajo a elaborar así como el lugar en donde se efectuará y se remite al primer anexo del contrato en donde se describirá un alcance detallado.

- Personal y material del contratista.

En esta cláusula se hace mención tanto del personal como del

**CLASIFICACION DE LOS DIFERENTES CONTRATOS**

TIPO DE SERVICIO		PROCURACION	INGENIERIA	CONSTRUCCION	ASESORIA
TIPO DE CONTRATO		(P)	(I)	(C)	(A)
I	Por administración	P-I	I-I	C-I	A-I
i	Regalias por %	<del>NO APLICABLE</del>	i	i	i
ii	Regalias por $\theta$ y mat.		ii	ii	ii
iii	Regalias fijas		iii	iii	iii
iv	Regalias por % con lim. max.		iv	iv	iv
II	Por Administración con max. garant.	P-II	I-II	C-II	A-II
i	Incondicional	<del>NO APLICABLE</del>	i	i	<del>NO APLICABLE</del>
ii	Con previsión para increm.		ii	ii	
III	Por incentivos	P-III	I-III	C-III	A-III
i	Regalias con escalas proporc.	<del>NO APLICABLE</del>	i	i	<del>NO APLICABLE</del>
ii	Participación por ahorro en gastos		ii	ii	
iii	Premio o penalización $f = (\theta)$		iii	iii	
iv	Premio o penalización $F = (N. oper.)$		iv	iv	
IV	Precio alzado	P-IV	I-IV	C-IV	A-IV
i	Especificaciones completas	i	i	i	i
ii	Especificaciones prelim. y ajustes	ii	ii	ii	ii
V	Por precios unitarios	P-V	I-V	C-V	A-V
i	Precio fijo	i	i	i	i
ii	Precio escalado	ii	ii	ii	ii

material que proporcionará el proveedor del servicio, así como también estipula el derecho del contratante a solicitar la sustitución del personal que no considere conveniente o por el contrario, la no sustitución de alguna persona ya integrada al trabajo sin autorización previa.

- Responsabilidad.

En esta cláusula se hace referencia al hecho de que el proveedor del servicio es responsable de coordinar los elementos que en el mismo intervengan así como también de los resultados que se obtengan salvo en el caso que el contratante lo releve por escrito, total o parcialmente, de dicha responsabilidad.

- Supervisión.

En esta cláusula se describe el derecho del contratante de poder realizar la supervisión de los trabajos objeto del contrato, así como el poder delegar esta responsabilidad en los elementos que considere necesarios.

Esta supervisión abarca entre otras actividades las de inspección, expeditación, revisiones, etc.

- Cambios de alcance.

En esta cláusula se especifica el derecho del contratante para realizar adiciones al trabajo original, así como algún tipo de cambio y se refiere también al procedimiento que se debe seguir para las órdenes de cambio.

- Subcontratos.

En esta cláusula se hace referencia al hecho de que el proveedor del servicio pueda o no ceder a terceros, ya sea total o parcialmente, los derechos u obligaciones del trabajo objeto del contrato.

- Propiedad.

En esta cláusula se estipula que toda la información generada referida al proyecto será propiedad del contratante.

- Confidencialidad.

En esta cláusula se obliga a que todo el personal del proyecto guarde secreto absoluto respecto al trabajo objeto

del contrato, en donde las condiciones del proceso o servicio así lo requieren.

En esta forma específica se describe un convenio de confidencialidad como anexo al contrato.

- **Notificaciones:**

En esta cláusula se indica la forma en que se deberá transmitir la información así como de los domicilios respectivos entre proveedor y contratante.

- **Programa.**

En esta cláusula se describe el programa de ejecución del servicio contratado, así como del manejo de las modificaciones del mismo.

- **Recepción.**

Esta cláusula describe la forma en que se hará la recepción del trabajo objeto de contrato ya sea parcial o totalmente, así como también de aclaraciones y observaciones a las que haya lugar durante la entrega de los servicios.

- **Importe de los trabajos.**

En esta cláusula se define el monto en dinero de los servicios prestados por el proveedor.

- **Forma de pago.**

En esta cláusula se enuncia la forma de pago de los servicios del proveedor.

En casos específicos es necesario definir dicha forma de pago en un anexo al contrato.

- **Fianzas.**

Esta cláusula describe las fianzas que deberá tramitar el proveedor del servicio para la ejecución del contrato y deberá indicar entre otras cosas los montos, conceptos, vigencias, nombre de las afianzadoras y quién pagará las primas correspondientes.

del contrato, en donde las condiciones del proceso o servicio así lo requieren.

En esta forma específica se describe un convenio de confidencialidad como anexo al contrato.

- **Notificaciones:**

En esta cláusula se indica la forma en que se deberá transmitir la información así como de los domicilios respectivos entre proveedor y contratante.

- **Programa.**

En esta cláusula se describe el programa de ejecución del servicio contratado, así como del manejo de las modificaciones del mismo.

- **Recepción.**

Esta cláusula describe la forma en que se hará la recepción del trabajo objeto de contrato ya sea parcial o totalmente, así como también de aclaraciones y observaciones a las que haya lugar durante la entrega de los servicios.

- **Importe de los trabajos.**

En esta cláusula se define el monto en dinero de los servicios prestados por el proveedor.

- **Forma de pago.**

En esta cláusula se enuncia la forma de pago de los servicios del proveedor.

En casos específicos es necesario definir dicha forma de pago en un anexo al contrato.

- **Fianzas.**

Esta cláusula describe las fianzas que deberá tramitar el proveedor del servicio para la ejecución del contrato y deberá indicar entre otras cosas los montos, conceptos, vigencias, nombre de las afianzadoras y quién pagará las primas correspondientes.

del contrato, en donde las condiciones del proceso o servicio así lo requieren.

En esta forma específica se describe un convenio de confidencialidad como anexo al contrato.

- **Notificaciones:**

En esta cláusula se indica la forma en que se deberá transmitir la información así como de los domicilios respectivos entre proveedor y contratante.

- **Programa.**

En esta cláusula se describe el programa de ejecución del servicio contratado, así como del manejo de las modificaciones del mismo.

- **Recepción.**

Esta cláusula describe la forma en que se hará la recepción del trabajo objeto de contrato ya sea parcial o totalmente, así como también de aclaraciones y observaciones a las que haya lugar durante la entrega de los servicios.

- **Importe de los trabajos.**

En esta cláusula se define el monto en dinero de los servicios prestados por el proveedor.

- **Forma de pago.**

En esta cláusula se enuncia la forma de pago de los servicios del proveedor.

En casos específicos es necesario definir dicha forma de pago en un anexo al contrato.

- **Fianzas.**

Esta cláusula describe las fianzas que deberá tramitar el proveedor del servicio para la ejecución del contrato y deberá indicar entre otras cosas los montos, conceptos, vigencias, nombre de las afianzadoras y quién pagará las primas correspondientes.



- Fondo de garantía.

Esta cláusula consiste en estipular la obligación del proveedor del servicio de gestionar una fianza que estará vigente durante todo el tiempo en el que se elabore el trabajo objeto del contrato y que será la garantía de su desarrollo.

- Permisos.

Esta cláusula hace referencia a las responsabilidades en la consecución de permisos al proyecto tanto del contratante como del proveedor del servicio.

- Impuestos y derechos.

Esta cláusula hace referencia a la responsabilidad del proveedor con respecto al pago de impuestos y derechos.

- Seguridad.

Esta cláusula habla de la obligación del proveedor del servicio a observar condiciones de seguridad dentro del sitio de trabajo del contratante, personal, equipo, etc.

- Responsabilidad laboral.

Esta cláusula enuncia el hecho de que toda relación del proveedor del servicio y su personal es ajena al contratante y todas las responsabilidades derivadas de lo mismo son del proveedor, a su vez también se hace mención del derecho que tiene el contratante en caso de que el personal del proveedor le cause cualquier tipo de daño o perjuicio.

- Afiliación.

En esta cláusula se habla de la obligación que tiene el proveedor del servicio de estar afiliado al sindicato correspondiente y a las instituciones oficiales. Se hace referencia al anexo que debe contener una copia del contrato colectivo.

- Riesgos.

Esta cláusula hace mención de que todos los riesgos del trabajo objeto del contrato son del proveedor del servicio hasta el término del mismo.

- Penalización.

En esta cláusula se enuncia la penalización que existiera por incumplimiento del programa propuesto al proveedor del servicio en la elaboración del trabajo objeto del contrato.

- Cargos.

Esta cláusula trata la responsabilidad del proveedor del servicio en el caso en el cual exista falla ya sea parcial o total del trabajo atribuida a el mismo.

- Recisión.

Esta cláusula trata la facultad que tiene el contratante para cancelar el contrato y los motivos por los cuales lo haría, así como los mecanismos a seguirse en tal situación.

- Huelga.

Esta cláusula habla del caso en que el proveedor del servicio sea emplazado a huelga y de los mecanismos a seguir en ese caso, así como de las responsabilidades y derechos en caso de que dichos mecanismos no se cumplan.

- Fuerza mayor.

Esta cláusula habla de la suspensión del contrato en caso de fuerza mayor así como de los mecanismos que deberían seguirse en esa situación.

- Reglamentos.

Esta cláusula se refiere a la obligación que tiene el proveedor del servicio de observar y cumplir los reglamentos de trabajo y comportamiento tanto del contratante como los establecidos por las instituciones.

- Jurisdicción.

Esta cláusula describe la interpretación que tendrá el contrato en caso de controversia y a quien recurrir si fuese necesario.

- Buena voluntad.

Esta cláusula establece la buena voluntad que existe por las partes en la celebración del contrato.

- **Deducciones.**

Esta cláusula establece todas las deducciones que se harán al contratista de cada pago tales como amortización del anticipo, fondo de garantía, etc.

## F.- ESTIMACION DE COSTOS.

La consideración de los costos es inherente a la Ingeniería. No es posible el desarrollo de un proyecto que no tome en cuenta los costos involucrados en la realización del mismo. La base misma de la Ingeniería considera los estudios de alternativas y de optimización tendientes a lograr la máxima economía y rentabilidad de las obras.

La estimación de costos de un sistema cualquiera tiene necesariamente una base empírico-estadística, la observación y los costos de integración y operación de sistemas ya construidos es el punto obligado de partida para la estimación de costos de sistemas por construir.

El ingeniero tiene que conceder atención y cuidados muy especiales a la ingeniería de costos; no puede depender para ello de experiencias, sean personales o ajenas, carentes de sistematización y unidad. Los errores considerables y frecuentes que por desgracia se presentan en los estimados de costos dan testimonio de la necesidad de impulsar esta disciplina. La planeación y el análisis económico de las inversiones en obras e instalaciones pierden su validez si se basan en costos supuestos erróneamente, por falta de técnicas científicas de estimación y control.

Los sistemas productivos objeto del análisis de costos son de carácter socioeconómico, porque en ellos interviene el hombre como factor de la producción y como rector de los procesos intra y extrasistémicos.

Por consiguiente, la estimación de sus costos debe fundamentarse en la estadística, es decir, en experiencias cuantificadas, registradas, ordenadas e interpretadas sistemáticamente.

Es necesario insistir en que la estadística de costos no es otra cosa que una experiencia sistematizada y expresada en cifras. Con frecuencia se citan en la literatura técnica procedimientos de estimación de costos, haciendo la advertencia de que su aplicación requiere de amplia experiencia y buen criterio, lo que significa llanamente que el modelo propuesto es vago e impreciso, y puede conducir a resultados diferentes, según la forma de interpretarlo y aplicarlo.

Resumiendo podemos concluir que las cifras de costos empíricas, producto de la experiencia constituyen la base del sistema de estimación de costos. Sin embargo, para que este

último tenga carácter científico se requiere:

- Planear la clase de datos que es necesario observar y registrar, con base a su ulterior aplicación.
- Establecer un sistema para la obtención y registro de los datos de costos.
- Aplicar los principios y métodos de estadística y probabilidad para procesar los datos registrados, y hacer evaluaciones e inferencias lógicas fundamentadas en la sistematización de la información.

Antes de continuar con el desarrollo de este capítulo, en lo que se refiere a los diferentes tipos de estimados, métodos de estimación y finalidades de los mismos, cabe aclarar que el propósito de esta tesis no es proporcionar al lector un compendio de Ingeniería de Costos en un capítulo, sino mostrar, situar y ampliar su concepción sobre la importancia que representa esta disciplina en las diferentes etapas de desarrollo de un proyecto.

En la sección bibliográfica de esta tesis, se hará mención de diferentes fuentes de información, que permitirán al lector, adentrarse en un estudio más profundo de esta disciplina.

En el desarrollo de este Capítulo se presentan algunos datos estadísticos de costos de diversas fuentes, que de ninguna forma intentan aportar las herramientas necesarias para elaborar estimaciones de costos, sino que pretenden ilustrar algunas formas de procesamiento de información indispensables para el desarrollo de esta disciplina.

Por último se desean confirmar los conceptos presentados mediante la ejemplificación de los procesos descritos con la preparación de un estimado para el proyecto de almacenamiento de amoniaco.

## TIPOS DE ESTIMACION

Durante las diferentes etapas de la vida de un proyecto se realizan estimaciones de costos del mismo, de las cuales se obtienen resultados con grados de precisión variables, apropiados a los objetivos buscados y acordes con la información y tiempo disponible.

a) Fases preliminares del proyecto.

La estimación de costos es un orden de magnitud con rangos de precisión de 30% a 50%, dependiendo ésta de la cantidad y calidad de información disponible.

Los costos obtenidos se utilizan con fines de evaluación económica preliminar, selección de alternativas de tecnología, localización, y alcance del proyecto, así como para la determinación de los parámetros del proyecto (Costo, Tiempo, Calidad).

Los métodos o procedimientos más usuales son:

- 1.- Método de índices de rotación.
  - 2.- Tablas de inversión fija por tonelada de capacidad.
  - 3.- Método de factores Lang.
  - 4.- Método de Porcentajes.
- 1.- Método de índices de rotación.- Indica la rotación anual de ventas con respecto a la inversión fija, y por medio de la comparación del resultado obtenido con otros índices de industrias similares, se determina en forma aproximada la inversión requerida.

El índice de rotación de una empresa se expresa como:

$$\text{Índice de rotación} = \frac{\text{ventas} / \text{año}}{\text{inversión fija o neta}}$$

El índice de rotación varía normalmente desde 0.2 a 8 dependiendo del producto que se trate (Tabla 1).

2.- Tablas de inversión fija por tonelada de capacidad.- Existe un gran número de publicaciones en las que se suministra información que correlaciona la inversión fija requerida para instalar plantas contra la capacidad de las mismas, o bien que proporcionan información referente a inversión fija por tonelada anual de capacidad instalada.

La tabla No.2, muestra algunos ejemplos en los cuales se indica los valores a utilizar en \$/Ton. de capacidad anual para diferentes productos.

Los métodos de estimación restantes se basan en la determinación del costo del equipo del proyecto, es por ello que antes de proceder con su explicación, se expondrán algunas consideraciones relacionadas con el cálculo del costo de equipo necesarias para su aplicación:

i) Cuando se dispone de información del costo de un equipo en un año determinado y se requiere el costo actual, se utiliza el índice de incremento de costo con respecto al tiempo o índice de actualización.

Índice de Tiempo.- Los índices de costo se publican mensualmente en diferentes revistas y publicaciones y se utilizan de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$C = C_0 \frac{I}{I_0}$$

C = Costo de equipo actualizado.

C<sub>0</sub> = Costo de equipo en el año de referencia.

I = Índice para el año en curso.

I<sub>0</sub> = Índice para el año de referencia.

ii) Corrección por Capacidad.- En caso de que la información obtenida del equipo sea para capacidades diferentes a la que se está estimando, podrá utilizarse la información escalando mediante el método exponencial que se describe a continuación:

TABLA 1

INDICES DE ROTACION PARA DIFERENTES PRODUCTOS QUIMICOS

PRODUCTO QUIMICO	INDICE DE ROTACION
Butadieno a partir de Butano	0.21
Sosa	0.35
Amoniaco	0.35
Metanol Sintético	0.37
Electrolitos de Sosa y Cloro	0.45
Acido Sulfúrico	0.54
Acido Clorhídrico	0.56
Estireno	0.61
Alúmina	0.74
Butanol	0.75
Fenoles Sintéticos	0.74
Cemento	1.00
Etanol	1.01
Anilina a partir de Nitrobenzeno	1.07
Melamina	1.11
Acetileno a partir de Carbonato de Calcio	1.14
Acido Nítrico Sintético	1.29
Anhidrido Acético a partir del Acido Acético	1.30
Glicerina Sintética	1.41
Carbonato de Calcio	1.55
Acido Fosfórico	1.70
Cal	1.80
Urea	2.36
Acetaldehido a partir del Acetileno	4.16
Formaldehido 37% a partir de Metanol	4.40
Sulfuro Amónico	5.55
Ester Etilo 1	6.16
Resinas Fenólicas	8.30



**TABLA 2**

**CAPITAL-COSTO PARA PLANTAS DE PROCESO**

<b>PRODUCTO</b>	<b>INVERSION \$/TON. ANUAL CAPACIDAD</b>
Benzaldehido vía cloración	12,000.00
Etil Metacrilato (resinas)	9,260.00
Cloruro de Polivinilo vía Acetileno	7,500.00
Glicerina Sintética	7,000.00
Pentaeritritol	5,500.00
Monoetilamina	4,500.00
Anhídrido Ftálico vía Naftaleno	3,875.00
Anilina vía Nitrobenceno	3,675.00
Difenilamina	3,675.00
Etilenglicol	3,500.00
Tolueno vía Hydroformin	3,500.00
GR-B copolímero	3,500.00
Acetileno vía carburo de sodio	2,675.00
Acido Fluorhídrico	2,375.00
Anhídrido Acético vía Acido Acético	2,250.00
Acido Oxálico vía oxidación	2,250.00
Acrilo-nitrilo vía Cianhidrina	2,000.00
Acido Nítrico sintético	1,880.00

HAF Negro de Humo	1,800.00
Alcohol vía grano	1,750.00
Etileno	1,500.00
Dialquil Ftalatos Dietil	1,380.00
Dialquil Ftalatos Dibutil	1,380.00
Tricloro Etileno vía Acetileno	1,280.00
Disulfuro de Carbono	1,130.00
Tetracloruro de Carbono vía Hidrocarburos	1,100.00
Fosfato de Amonio	1,100.00
Alcohol Isopropílico	1,100.00
Carburo de Calcio	978.00
Alcohol vía Melaza	978.00
Dicromato de Sodio	761.00
Cloruro de Metilo vía Metanol	700.00
Acido Fosfórico vía proceso DORR	700.00
Metil Isobutil Cetona	690.00
Cloroformo vía Acetona	662.00
Resinas Fenólicas	660.00
Acetaldehido vía Acetileno	600.00
Urea	550.00
Acido Acético vía Acetaldehido	550.00
Eter Etílico	450.00
Cemento Portland	237.50
Azufre vía minerales de bajo grado	237.50

Formaldehido 37% via Metanol	212.50
Acido Sulfúrico (contacto) via Azufre	212.50
Azufre via Acido Sulfhídrico	150.00
Sulfato de Aluminio	138.00
Sal Refinada via Salmuera	106.00
Silicato de Sodio	87.60
Sulfato de Amonio	87.60

Método exponencial (regla de las seis décimas). La técnica experimental para ajuste costo-capacidad es un método clásico utilizado desde hace mucho tiempo en la industria para la obtención de costos de equipo e inclusive como método de estimación de inversión para plantas industriales. Normalmente se obtienen resultados bastante aceptables, siempre y cuando los equipos o plantas consideradas se encuentren en un rango de capacidad no demasiado amplio (cociente de capacidades menor a 5 y mayor a 0.2)

$$0.2 < \frac{C_1}{C_2} < 5$$

Por ejemplo si se conoce el costo de una planta de amoniaco de 50 tons/día y se requiere conocer el costo de una planta de 150 tons/día, el método exponencial puede ser aplicado y los resultados serán razonablemente exactos.

En cambio, si a partir del mismo dato se requiere obtener el costo de una planta de 1000 tons/ día, puede decirse con seguridad que el resultado obtenido será inexacto, ya que el rango de capacidad es demasiado amplio. En este ejemplo específico se emplean compresores reciprocantes para la planta de 50 tons/día y en cambio se utilizarían compresores centrífugos para la planta de 1000 tons/día. Esta única diferencia en el diseño hace que el exponente utilizado en el rango 50-150 tons/día no pueda ser extrapolado a una capacidad de 1000 tons/día. La ecuación exponencial utilizada en los ajustes antes mencionados es la siguiente:

$$C_1 = C_2 \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^n$$

Donde:

$V_1$  = Capacidad del equipo o planta a estimar.

$V_2$  = Capacidad del equipo o planta base.

$C_1$  = Costo de la planta o del equipo a estimar.

$C_2$  = Costo de la planta o del equipo base.

$n$  = Factor exponencial.

Cuando se empezó a aplicar la ecuación se utilizaba un factor exponencial de 0.6 para la mayoría de los equipos y procesos.

Investigaciones posteriores indican que el exponente puede variar de 0.30 a 0.9. El uso de un exponente erróneo puede conducir a errores considerables. Por ejemplo, con una relación de capacidad de 5 utilizando el exponente 0.6 debiendo ser el correcto 0.9 se tendrá un error de -62% en el costo estimado (Tabla No. 3)

Desafortunadamente existen muchas discrepancias en los datos publicados referentes a los factores exponenciales, siendo éstas debidas al amplio rango en capacidades e instalaciones y a las variaciones en los diseños de equipo y tipos de procesos.

Si la información para el factor "n" para el equipo o planta en estudio, no se encuentra en la literatura, el factor podría ser considerado en un rango de 0.5 a 0.7 debido a que el exponente de la mayoría de los productos y equipos se encuentran en ese rango.

En la Tabla 4 se presentan algunos factores para escalación del costo por capacidad para plantas industriales, los cuales pueden utilizarse con propósitos de estimados tipo orden de magnitud.

iii) En el caso de equipos de importación es necesario incluir ciertos elementos de costo para obtener el costo del equipo entregado en obra:

- Gastos de importación:

Estos se pagan de acuerdo a las fracciones arancelarias y tarifas aduanales, las cuales se aplican generalmente bajo tres criterios:

Un determinado % sobre el valor comercial.

Una cuota fija y específica para cada producto.

Una cuota sobre valor legal por KG. de material importado.

Los permisos, impuestos y gastos de importación, varían generalmente del 20 al 40% del costo del equipo.

- Seguros, el equipo debe asegurarse para proteger la inversión efectuada durante su transportación a la obra, generalmente la prima de seguro fluctúa en un rango del 0.1 al 0.3% del costo del equipo, dependiendo del tipo de riesgo cubierto.

- Fletes. se debe calcular el costo de traslado desde la frontera hasta la planta, generalmente en forma directamente proporcional al peso del equipo y distancia por recorrer con base en tarifas de transportación de carga.

iv) Algunos métodos de estimación de inversión de plantas industriales se fundamentan en la aplicación de factores sobre el costo del equipo ya instalado, si la información disponible no es suficiente, puede emplearse un factor de 0.43 sobre el costo del equipo para el cálculo de su instalación, el cual permitirá obtener una aproximación razonable.

v) Existen en la literatura, gráficas y tabuladores para la obtención de costos de equipo de proceso y auxiliares, típicos de la industria, en dichas correlaciones el costo del equipo se expresa en función de parámetros típicos del mismo, como pueden ser su capacidad y condiciones de operación, el área para cambiadores de calor, el volumen para tanques de almacenamiento, etc. Debiendo tener cuidado de actualizar el costo del mismo mediante la aplicación de índices.

3.- Método de Lang.- Este método consiste en multiplicar el costo del equipo principal, o bien del equipo instalado, por un factor denominado de Lang para obtener el costo de la inversión fija total.

A continuación se muestran los factores de Lang para diferentes tipos de plantas:

#### FACTORES DE LANG

TIPO DE PLANTA	FACTOR A PARTIR DEL EQUIPO	FACTOR A PARTIR DEL EQUIPO INSTALADO
Proceso de Sólidos	3.10	2.16
Proc. Sólidos-Fluidos	3.63	2.56
Proceso de Fluidos	4.74	3.30

$$I = C \times F$$

I = Inversión fija total.

C = Costo de adquisición de equipo, o de equipo instalado.

F = Factor de Lang.

**TABLA 3**

FACTOR REAL:	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$\frac{C_2}{C_1}$	PORCENTAJE DE ERROR								
5:1	+ 89	+ 61	+ 37	+ 17	0	- 16	- 28	- 39	- 48
10:1	+150	+100	+ 59	+ 26	0	- 21	- 37	- 50	- 60

TABLA 4

FACTORES EXPONENCIALES PARA ALGUNAS  
PLANTAS QUIMICAS

TIPO DE PLANTA	FACTOR EXPONENCIAL (n)
Oxido de etileno	0.79
Etanol sintético	0.60
Estireno	0.68
Butadieno	0.59
Formaldehido	0.55
Benceno	0.61
Acido Nitrico	0.56
Oxigeno	0.64
Acetileno	0.75
Metanol	0.83
Alcohol Butílico	0.55
Alcohol Isopropílico	0.60
Sosa Cáustica	0.35
Acido Fosfórico	0.53
Nitrato de Amonio	0.54
Urea	0.59
Acido Sulfúrico (contacto)	0.62
Cloro electrolítico	0.25
Acido Cianhídrico	0.71



Amoniaco	0.74
Etileno	0.53
Poli-etileno (baja presión)	0.67
Poli-etileno (alta presión)	0.90

4.- Método de Porcentajes.- En este método se calcula primero el costo del equipo instalado y en base a éste se calculan los demás renglones de la inversión en forma de porcentajes. A continuación se mostrará una tabla que ilustra este método de cálculo dando un rango de porcentaje para cada renglón de la inversión:

Costo de adquisición del equipo A

Costo de equipo instalado (A x 1.43) B

Tubería de proceso C

Tipo de planta	% de B
Sólidos	7 - 10
Sólidos-fluidos	10 - 30
Fluidos	30 - 60

Instrumentación D

Cantidad de control	% de B
Ninguno	3 - 5
Regular	5 - 12
Extenso	12 - 20

Edificios y Desarrollo del Terreno E

Tipo de planta	% de B
Exterior	10 - 30
Ext.-int.	20 - 60
Interior	60 - 100

**Servicios (vapor, agua, subestación, etc.)** **F**

Extensión	% de B
Adiciones menores	0 - 5
Adiciones mayores	5 - 25
Facilidades nuevas	25 - 100
Existentes	0

**Tuberías exteriores.** **G**

Longitud Promedio	% de B
Corta	0 - 5
Intermedia	5 - 15
Larga	15 - 25

**Total: costo físico de la planta** **H**

$$\text{Suma de B + C + D + E + F + G = H}$$

**Ingeniería y Construcción** **I**

Complejidad	% de H
Simple	20 - 35
Difícil	35 - 60

Imprevistos

J

Tipo de proceso	% de H
Firme	10 - 20
Sujeto a cambio	20 - 30
Especulativo	30 - 50

Factor de tamaño

K

Tamaño de planta	% de H
Planta comercial grande	0 - 5
Planta comercial pequeña	5 - 15
Unidad experimental	15 - 35

Costo total de la planta:

Suma de H + I + J + K

### **B.- FASE DE APROBACION DEL PROYECTO.**

La estimación de costo se realiza lo más detallado posible. Se busca una precisión global con rango NO mayor del 15%. Sirve de base para una evaluación definitiva del proyecto. Se genera un presupuesto y un catálogo de cuentas del proyecto.

Se obtienen volúmenes de materiales y cuantificación de obra así como un "congelamiento" del alcance y del presupuesto. Cualquier cambio posterior significativo deberá justificarse.

Se requiere de información más elaborada tal como:

- .Reporte de alcance del Proyecto.
- .Planos Preliminares (Plot-Plan, Layout, etc.).
- .Diagramas preliminares de tuberías e instrumentación.
- .Diagramas de flujo de proceso y servicios.
- .Ingeniería Básica.
- .Especificaciones preliminares del equipo.
- .Cotizaciones del equipo.
- .Cotizaciones de instrumentos.
- .Listas preliminares de materiales.
  - Mecánicos.
  - Eléctricos.
  - Civiles.
- .Programa preliminar de ejecución de obra.
- .Presupuesto para el desarrollo de la Ingeniería de Detalle.

## **PROCEDIMIENTO PARA LA ESTIMACION DE COSTOS DETALLADA.**

### **1.- Definición de conceptos.**

El proyecto se desglosa en áreas, sub-áreas, etc. subdividiendo tantas veces como sea necesario hasta obtener un entendimiento total de las actividades o conceptos necesarios para llevar a cabo el proyecto. De este desglose se obtiene un catálogo de cuentas particular del proyecto. (Fig. 1).

Se obtiene o se genera información para definir cada concepto. Usualmente se tienen documentos que definen en forma general el proyecto (reporte de alcance del proyecto, Ingeniería Básica y en ocasiones parte de la Ingeniería de Detalle), con esto como base se define cada concepto realizado, si es preciso, un diseño preliminar o tentativo.

### **2.- Cubicación de los Conceptos Anteriores.**

Se cuantifica cada uno de los conceptos en unidades prácticas como son números de piezas, horas-hombre, días, longitud, área, volumen, peso, etc.

### **3.- Aplicación de costo a cada concepto. Esto se puede obtener de diferentes maneras.**

- Banco de datos.- En el cual se tienen disponibles listas de precios de los materiales más usuales, cotizaciones de equipo e instrumentos más comunes, tabuladores de personal, de renta de maquinaria y rendimientos estándar.

- Mano de Obra: por medio de tabuladores de salarios por categorías y especialidades para la región, tipo de obra, rendimientos, etc.

Se calcula el costo estándar de hora-hombre; al salario neto del trabajador se le aplica un factor que incluye las prestaciones de ley, indirectos de mano de obra, días pagados no trabajados, herramientas de mano, consumibles, gastos de oficina central de contratista, viáticos, etc.

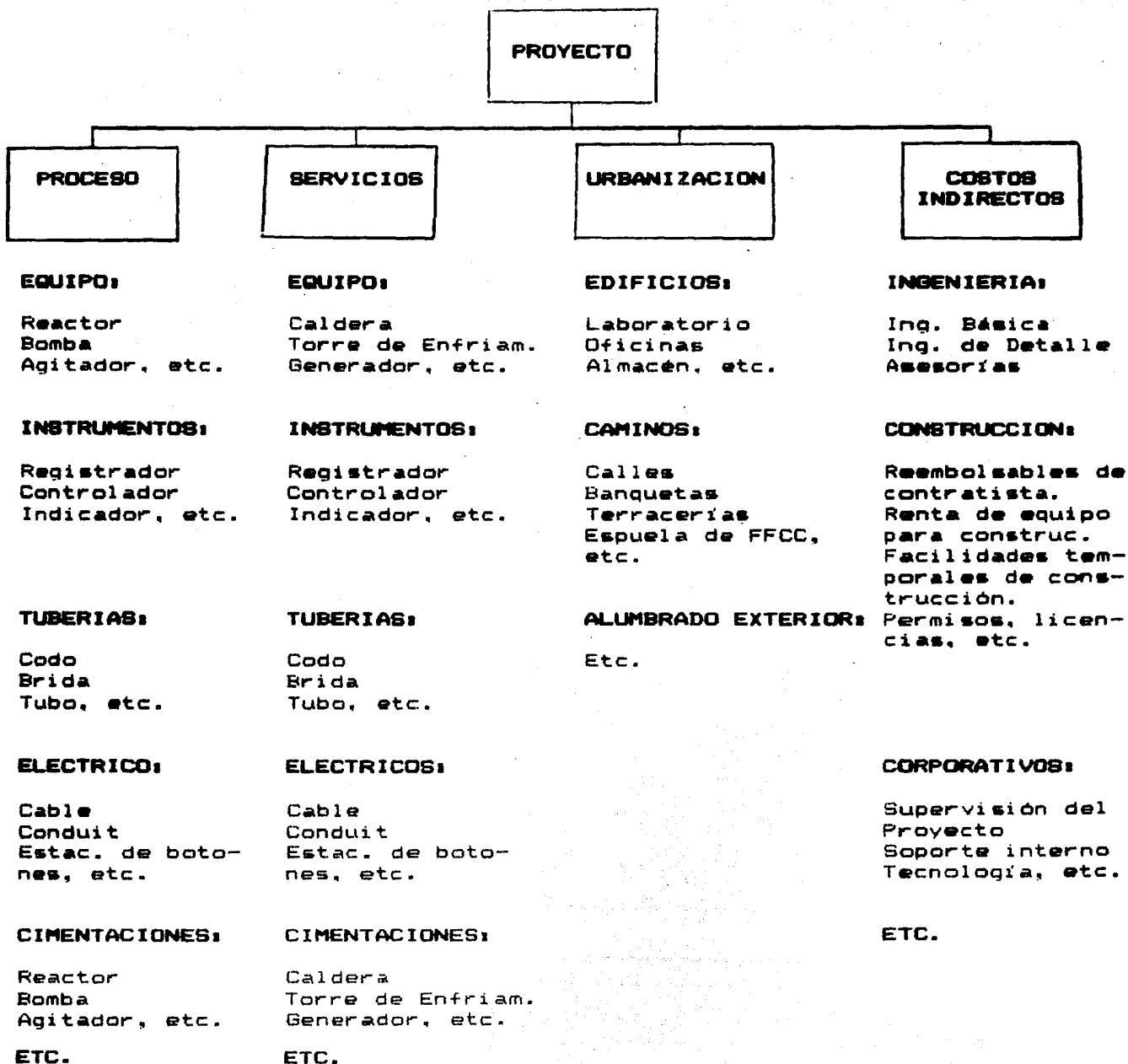
- Precios unitarios: se realiza un análisis del costo de determinados frentes de obra para conocer el costo medio de una unidad usual, que incluya materiales, mano de obra y la renta del equipo necesario.

- Otros precios: Se obtienen de cotización directa de proveedores, literatura al respecto, estimaciones anteriores, gráficas, monogramas, etc.

#### 4.- Actividades finales.

- Factor de inflación: se aplica a cada concepto según el programa de ejecución y la tendencia inflacionaria observada.
- Contingencias: se aplican según el grado de definición y calidad de información utilizada en la estimación de costos. Cubre los incrementos de costos impredecibles, cambios menores del proyecto, reparaciones, mal diseño, errores en compras o construcción, indefiniciones en las estimaciones, etc.
- Premisas: documento que se edita anexo a la estimación de costos y define las circunstancias que deben cumplirse para que tenga validez y se refieren, ésta por ejemplo, al alcance del proyecto, a la paridad monetaria, al programa de ejecución, circunstancias particulares del proyecto, etc.

FIG. 1





### C.- FASE DE CONSTRUCCION.

Es usual en proyectos de monto de inversión elevado realizar estimaciones de costo al 30% y al 70% de avance aproximado.

Se considera 30% de avance aproximado cuando está por terminarse la Ingeniería de Detalle, se han colocado la mayoría de pedidos de equipo e instrumentos y se ha contratado e iniciado la obra civil.

El 70% de avance aproximado medido en erogaciones implica generalmente la terminación de la obra civil, los equipos en su mayoría se han recibido en planta e incluso se han montado, el área de compras ha cubierto la totalidad de pedidos de equipos e instrumentos y la mayoría de materiales eléctricos y quedan aún pendientes los contratos de aislamiento, pintura, acabados en edificios, etc.

El procedimiento de estimación de costos es similar al que se sigue para la estimación detallada, con la salvedad de que se aplica exclusivamente a los conceptos faltantes.

El costo de la obra ya es conocido y se consigna en la estimación como tal.

Obviamente se dispone de mayor riqueza de información, tanto en calidad como en cantidad, esta puede ser la siguiente.

- Ingeniería de detalle.
- Listas completas de materiales.
- Facturas de proveedores.
- Ordenes de compra.
- Estado contable del proyecto.
- Contratos propuestos.
- Costos de obra ejecutada.
- Rendimientos reales del proyecto.
- Gastos reales del proyecto. etc.

Los resultados reflejan el costo esperado del proyecto con rangos de precisión hasta de un 5% o aún menores.

Además se obtienen análisis de variaciones de costo y alcance. Que pueden utilizarse para ampliación o ajustes del presupuesto y control del mismo.

#### **D.- CIERRE DEL PROYECTO.**

El costo exacto de una planta solamente se puede conocer una vez que se ha concluido el proyecto en este caso ya no se trata de una estimación de costo, sino del cierre contable del proyecto.

El grupo de contabilidad en coordinación con el grupo de proyectos ejecutan el cierre.

El objetivo final es dar de alta la inversión com activo fijo de la compañía.

Es de vital importancia el cierre del proyecto, ya que es una fuente de retroalimentación que permite analizar y corregir los criterios tomados en los estimados anteriores para ser empleados en el futuro.

TIPOS DE ESTIMACION

TIPOS DE ESTIMACION	ORDEN DE MAGNITUD	ESTIMACION DETALLADA	ESTIMACION AL X% DE AVANCE	CIERRE
FASES DEL PROYECTO	ESTUDIOS PRELIMINARES PRE-PROYECTO	APROBACION DE PROYECTO	AVANCE DE PROYECTO: 30% 70%	100 %
OBJETIVOS DE ESTIMACION	-EVALUACION DE PROYECTO -SELECCION DE ALTERNATIVAS -PREAPROBACION	PRESUPUESTO INICIAL	-CONTROL DE PROYECTO -ESTUDIOS DE VARIACIONES -PRESUPUESTO FINAL	ALTA COMO ACTIVO FIJO
RANGOS DE PRECISION	<p>±50% A ±30%</p>	±20% A ±15%	±10% A ±5%	COSTO EXACTO
INFORMACION REQUERIDA	-TIPO DE PROCESO -CAPACIDAD -LOCALIZACION -INFORMACION TIPO "C" -LISTA APROXIMADA DE EQUIPOS	INGRIA BASICA: LAY-OUT, ELEVAC DIAGR. FLUJO/ INGENIERIA, LIS TAS DE EQUIPO ESPECIFICACIONES. PROGRAMA MAESTRO DEL PROYECTO	-INGENIERIA DE DETALLE -LISTA DE MATERIALES -COTIZACIONES -ORDEN DE COMPRAS -CONTRATOS, PROPUESTAS -COSTOS DE OBRA EJECUTADA -RENDIMIENTOS REALES -DOCUMENTOS DEL PROV. -OBSERVACIONES EN CAMPO -DOCUMENTOS DE CONTAB.	REPORTE CONTABLE  ASIGNACION A PAGOS PENDIENTES
PROCEDIMIENTO DE ESTIMACION DE COSTO	-INDICE DE ROTACION -TABLAS DE INVERSION FIJA POR TON DE CAPACIDAD -FACTOR LANG -PORCENTAJES -ESCALACION: POR CAPACIDAD POR TIEMPO	-CUANTIFICAR MATERIALES, MANO DE OBRA, VOL. OBRA. -COSTEAR -CORRECCION POR FACTORES -INTEGRAR COSTOS	-GASTADO: SE CONSIGNA EN LA ESTIMACION DE COSTO  -FALTANTE: PROCEDIMIENTO SIMILAR A LA ESTIMACION DETALLADA	CIERRE CONTABLE
RESULTADOS	-PREMISAS BASICAS -EVALUACION PRELIMINAR -APROBACION PRELIMINAR	-PREMISAS; DE DEFINICION DE ALCANCE DE COSTO DE PROGRAMA -EVALUACION FINAL -CATALOGO DE CUENTAS -PRESUPUESTO INICIAL	-REVISION DE PREMISAS -VARIACIONES: JUSTIFICACION, REVISION PRESUPUESTOS PARTIC. REVISION DE ALCANCE -REEVALUACION DE PROYECTO -AMPLIACION PRESUPUESTO -REVISION CATALOGO DE CUENTAS	ALTA COMO ACTIVO FIJO  RETROALIMENTACION AL BANCO DE DATOS

## **G.- REQUERIMIENTOS DE MECANICA DE SUELOS.**

Previo al diseño y construcción es necesario un estudio de mecánica de suelos para guiar la ingeniería de detalle en su rama civil.

A continuación se mostrará un procedimiento sugerido para servir de base a un estudio de mecánica de suelos.

### **a.- Alcance del trabajo:**

Los trabajos comprendidos consistirán en la obtención de muestras mediante sondeo y pozos a cielo abierto que permitan determinar en una forma definitiva, las características del subsuelo, las cuales deben proporcionar todos los datos necesarios para satisfacer las necesidades del diseño de las cimentaciones del proyecto.

### **b.- Información proporcionada por el contratista:**

- i) Arreglo general de la planta.
- ii) Cargas esperadas en cada una de las áreas.
- iii) Número y localización de los sondeos y pozos a cielo abierto, así como las profundidades de exploración recomendadas.

### **c.- Métodos exploratorios:**

Para el Estudio Definitivo de Mecánica de Suelos es posible usar cualesquiera de los siguientes métodos y la selección de los mismos quedará a criterio de la persona o institución acreditada como experta en Mecánica de Suelos:

- i) Pozos a cielo abierto con muestreo inalterado: Se usarán de preferencia, terrenos que no requieran ademes.
- ii) Muestreo con tubo de pared delgada: Se usa para obtener muestras inalteradas de arcilla de las cuales se obtienen las propiedades físicas.

## **9.- REQUERIMIENTOS DE MECANICA DE SUELOS.**

Previo al diseño y construcción es necesario un estudio de mecánica de suelos para guiar la ingeniería de detalle en su rama civil.

A continuación se mostrará un procedimiento sugerido para servir de base a un estudio de mecánica de suelos.

### **a.- Alcance del trabajo:**

Los trabajos comprendidos consistirán en la obtención de muestras mediante sondeo y pozos a cielo abierto que permitan determinar en una forma definitiva, las características del subsuelo, las cuales deben proporcionar todos los datos necesarios para satisfacer las necesidades del diseño de las cimentaciones del proyecto.

### **b.- Información proporcionada por el contratista:**

- i) Arreglo general de la planta.
- ii) Cargas esperadas en cada una de las áreas.
- iii) Número y localización de los sondeos y pozos a cielo abierto, así como las profundidades de exploración recomendadas.

### **c.- Métodos exploratorios:**

Para el Estudio Definitivo de Mecánica de Suelos es posible usar cualesquiera de los siguientes métodos y la selección de los mismos quedará a criterio de la persona o institución acreditada como experta en Mecánica de Suelos:

- i) Pozos a cielo abierto con muestreo inalterado: Se usarán de preferencia, terrenos que no requieran ademes.
- ii) Muestreo con tubo de pared delgada: Se usa para obtener muestras inalteradas de arcilla de las cuales se obtienen las propiedades físicas.

iii) Sondeo de penetración estándar: Se obtienen muestras alteradas que son representativas del suelo en estudio y puede indicarnos la capacidad de carga de pilotes en caso necesario.

d.- Determinación de la profundidad:

La determinación de la profundidad a que se llevará la exploración será definida por la persona o institución que la efectúe basándose en los datos obtenidos en un estudio preliminar del subsuelo.

e.- Servicios e información que debe proporcionar el especialista en mecánica de suelos, contratado.

i) Asesorar al contratista, durante todo el proyecto, en todos los aspectos relacionados con el diseño de cimentaciones.

ii) Presentar el reporte del estudio de Mecánica de Suelos del lugar, el cual debe incluir lo siguiente:

ii1) Planta de localización e identificación de los sondeos.

ii2) Descripción de las capas que forman el subsuelo indicando a que profundidad se encontró el nivel freático.

ii3) Contenido de humedad.

ii4) Gravedad específica.

ii5) Relación de vacíos.

ii6) Grado de saturación.

ii7) Resistencia a la compresión en suelos cohesivos.

ii8) Resistencia al cortante.

ii9) Densidad relativa en suelos no cohesivos.

ii10) Pesos volumétricos naturales y secos.

- ii11) Parámetros recomendados para presiones de tierras.
- ii12) Módulo de elasticidad estático del suelo.
- ii13) Módulo de reacción del suelo:
  - a) Superficial.
  - b) Al nivel de desplante de cimentación.
- ii14) Coeficiente de fricción entre suelo y zapata.
- ii15) Gráfica de relación de vacíos del suelo contra presión unitaria.
- ii16) Análisis de asentamientos esperados en función de la presión permanente transmitida (mm por T/M<sup>2</sup>). Además de un estudio de asentamientos totales y diferenciales para los casos indicados.
- ii17) En caso de preverse asentamientos totales importantes ¿Cuál sería el procedimiento de preconsolidación o la solución recomendada?
- ii18) Espesor del despalme requerido.
- ii19) Taludes recomendados en las excavaciones y procedimientos de construcción.
- ii20) Material para rellenos o terraplenes:
  - a) Bancos de préstamo.
  - b) Granulometría.
  - c) Compactación y humedad.
  - d) Procedimiento constructivo.
  - d) Taludes.
- ii21) Materiales para: Superficie de rodamientos, base, sub-base en caminos, así como espesores para tránsito vehicular y gruas de 120 ton. de capacidad.

- ii22) En caso de requerirse estabilización del material para bases y sub-bases indicar:
- a) Tipo de estabilizador.
  - b) Proporcionamiento (% en peso base seca del suelo).
  - d) Humedad óptima del suelo.
- ii23) Capacidad de carga del suelo a la profundidad de desplante recomendada. Además la capacidad de carga al nivel de terracería y a cada metro de profundidad.
- ii24) Relación entre profundidad de desplante, dimensión de lado de una zapata y capacidad de carga.
- ii25) En caso de requerirse pilotes incluir:
- a) Tipo o tipos de pilotes.
  - b) Capacidad vertical permitida por pilote a compresión y tensión.
  - c) Capacidad horizontal permitida por pilote.
  - d) Longitud del pilote para obtener la capacidad requerida.
  - e) Espaciamiento mínimo de pilotes.
- ii26) Para la selección de los coeficientes sísmicos ¿Cuál es la compresibilidad del suelo?
- ii27) Para el caso de equipo sujeto a vibración:
- a) Indicar si puede existir inestabilidad del suelo.
  - b) Indicar la frecuencia crítica de inestabilidad del suelo.
  - c) Coeficiente de Poisson del suelo.
  - d) Módulo de elasticidad al cortante del suelo.
  - e) Constante elástica del suelo.



ii28) Análisis representativo del agua freática y muestras del suelo para detectar la presencia de sustancias que ataquen al concreto y acero de refuerzo, tales como sulfatos, cloruros, etc.

f) Información complementaria:

Se debe incluir la siguiente información en el reporte de este estudio.

- Número de sondeos o pozos.- Localización de los mismos a base de coordenadas o de cualquier otra localización adecuada e indicación del nivel del terreno en cada pozo o sondeo. Fecha de comienzo y terminación de cada uno de ellos. Profundidad o elevación del nivel freático y datos de la observación.
- Número de golpes requeridos para que avance 15 cm. el elemento de muestreo y la presión requerida para avance de los tubos muestreadores de pared delgada.
- Se incluye una descripción del material recobrado en muestras y en el caso de roca se describirá la naturaleza de la misma, se hace mención a las grietas, venas y vetas existentes y se indicará la dirección de la estratigrafía.
- Se menciona la profundidad a la que se obtuvieron las muestras, y el tamaño de las mismas.
- Se define la máxima longitud del corazón de roca obtenido.
- Es de gran importancia que la clasificación de materiales en el campo sea apoyada por una descripción posterior dada por expertos en Geología y en suelos.
- Se debe complementar con tablas de las exploraciones incluyendo la estratigrafía y gráficas con las características mecánicas de los materiales.
- Se requerirán visitas periódicas del consultor de Mecánica de Suelos a la obra durante las excavaciones de terracerías, cimentaciones, etc., para corroborar que los desplantes se localizan en el material con las características indicadas en el estudio de Mecánica de Suelos.

#### **g.- Recomendaciones y conclusiones del estudio:**

El especialista en mecánica de suelos deberá además indicar el tipo de cimentación recomendado para:

- i) Plataformas de operación.
- ii) Edificios.
- iii) Soportes de Tuberías.
- iv) Recipientes esfericos.
- v) Tanques Verticales y Horizontales.
- vi) Compresores y equipo rotatorio.

Por otro lado se deber incluir en el estudio:

- i) Recomendaciones para Caminos y Pisos.
- ii) Sugerencia para el control del nivel freático en excavaciones.
- iii) Estabilidad de taludes.
- iv) Sugerencias para cimentaciones sujetas a cargas dinámicas.

El estudio concluirá con un resumen de la estratigrafía general del terreno y se indicarán en los mismos, la compresibilidad, asentamientos, capacidad de carga, ángulo de fricción interna del material, propiedades de compactación, indicación de la existencia de flujos de agua, así como cualquier protección que sea necesario tomar contra posibles efectos que cause la humedad en las cimentaciones.

Después de concluido el estudio del contratista, en conjunto con el cliente fijará si el terreno es adecuado para la construcción o las modificaciones y costo de las mismas que deberán realizarse para levantar la planta en dicha zona.



CAPITULO III  
INGENIERIA BASICA

## SECCION DIDACTICA

En base a experiencia y datos existentes (como se mencionó en las secciones c y f del capítulo II) se desglosan las actividades por realizar asignándoles tiempos.

Las técnicas de programación son herramientas que nos sirven para representar sistemas de actividades interrelacionadas.- Los métodos más empleados para esto son: (ver fig. 1)

- a) Barras de Gantt: Sumamente efectivo como método de reporte de avance y comunicación, pero no maneja relaciones entre actividades explícitamente lo que lo pone en desventaja con respecto a los otros métodos.
- b) PERT/CPM: Maneja en forma clara las relaciones entre actividades, pero tiene las desventajas de ser muy complejo, de costosa actualización con computadora y ser débil para la comunicación general.
- c) Precedencias (PDM): Similar a PERT/CPM pero menos complejo al eliminar actividades ficticias.
- d) Barras con Interrelaciones: Integra las ventajas del método de Gantt con las del de precedencias y vence las principales desventajas de ambos. Su principal limitación radica en el tamaño de redes que puede manejar.

El método empleado aquí es el de barras por las ventajas didácticas que presenta, mostrando exclusivamente aquellas actividades principales por realizar para el proyecto.

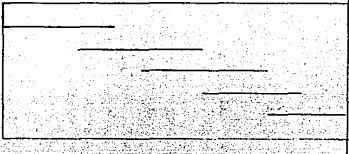
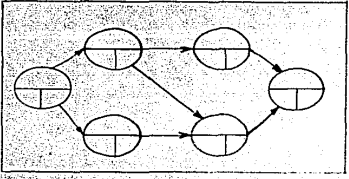
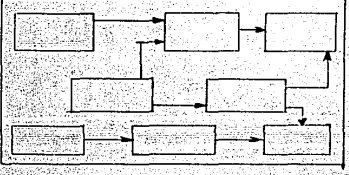
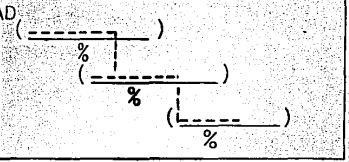
De acuerdo con las actividades se desglosan los recursos humanos y se obtiene un costo promedio de hora hombre empleando factores para cuestión de prestaciones, administración y utilidad, como se explicó en la sección de estimado de costos y contratos.

El resto del capítulo es autoexplicativo. Los requisitos, de acuerdo con el tipo de diagrama (de balance, de tubería e instrumentación, de arreglo de equipo) se pueden encontrar en Rose & Barrow: "Ingeniería de Proyectos para Plantas de Proceso".

La forma para llenar las hojas de datos está indicada en los manuales del American Petroleum Institute, para cada equipo mostrándose en los mismos, qué datos deben ser proporcionados por el proveedor y cuáles por el comprador.

La especificación de tuberías es un auxiliar indispensable para el diseño y es elaborada en base a cálculos, experiencia y estándares de materiales y muestra entre otras cosas cédula de tubería, tipos de conexiones, tipos de bridas y presión de trabajo de las mismas.

TECNICAS DE REPRESENTACION DE ACTIVIDADES

<p>GANTT</p>	<p>ACTIVIDADES</p>  <p>TIEMPO</p>	<p>ACTIVIDADES REPRESENTADAS POR LINEAS CUYA LONGITUD ES PROPORCIONAL A LA DURACION.</p>
<p>TECNICA ADM (ARROW DIAGRAMMING METHOD) DE NODOS Y FLECHAS (PERT/CPM)</p>	<p>ACTIVIDADES NODOS</p> 	<p>ACTIVIDADES REPRESENTADAS POR FLECHAS QUE SE ORIGINAN Y TERMINAN EN NODOS (EVENTOS) DE DURACION CERO. USUALMENTE SIN ESCALA EN EL TIEMPO.</p>
<p>TECNICA DE PRECEDENCIAS (PRECEDENCE DIAGRAMMING METHOD) PDM</p>		<p>ACTIVIDADES REPRESENTADAS POR NODOS (RECTANGULOS) Y LAS INTERRELACIONES POR FLECHAS. USUALMENTE SIN ESCALA EN EL TIEMPO.</p>
<p>BARRAS CON INTERRELACIONES (METODO GLOBAL)</p>	<p>ACTIVIDAD</p>  <p>TIEMPO</p>	<p>INTEGRACION DE LAS TECNICAS DE BARRAS Y PRECEDENCIAS PARA MANEJAR ACTIVIDADES E INTERRELACIONES CON ESCALA EN EL TIEMPO.</p>

## SECCION DIDACTICA

En base a experiencia y datos existentes (como se mencionó en las secciones c y f del capítulo II) se desglosan las actividades por realizar asignándoles tiempos.

Las técnicas de programación son herramientas que nos sirven para representar sistemas de actividades interrelacionadas.- Los métodos más empleados para esto son: (ver fig. 1)

- a) Barras de Gantt: Sumamente efectivo como método de reporte de avance y comunicación, pero no maneja relaciones entre actividades explícitamente lo que lo pone en desventaja con respecto a los otros métodos.
- b) PERT/CPM: Maneja en forma clara las relaciones entre actividades, pero tiene las desventajas de ser muy complejo, de costosa actualización con computadora y ser débil para la comunicación general.
- c) Precedencias (PDM): Similar a PERT/CPM pero menos complejo al eliminar actividades ficticias.
- d) Barras con Interrelaciones: Integra las ventajas del método de Gantt con las del de precedencias y vence las principales desventajas de ambos. Su principal limitación radica en el tamaño de redes que puede manejar.

El método empleado aquí es el de barras por las ventajas didácticas que presenta, mostrando exclusivamente aquellas actividades principales por realizar para el proyecto.

De acuerdo con las actividades se desglosan los recursos humanos y se obtiene un costo promedio de hora hombre empleando factores para cuestión de prestaciones, administración y utilidad, como se explicó en la sección de estimado de costos y contratos.

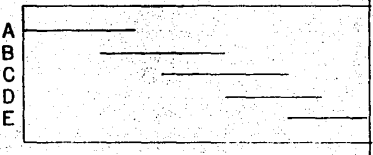
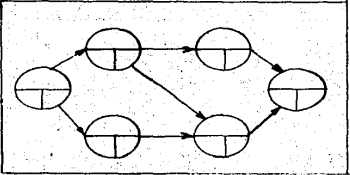
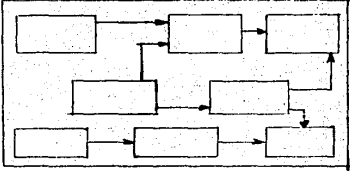
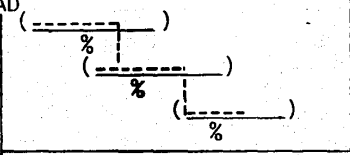
El resto del capítulo es autoexplicativo. Los requisitos, de acuerdo con el tipo de diagrama (de balance, de tubería e instrumentación, de arreglo de equipo) se pueden encontrar en Rose & Barrow: "Ingeniería de Proyectos para Plantas de Proceso".

La forma para llenar las hojas de datos está indicada en los manuales del American Petroleum Institute, para cada equipo mostrándose en los mismos. qué datos deben ser proporcionados por el proveedor y cuáles por el comprador.

La especificación de tuberías es un auxiliar indispensable para el diseño y es elaborada en base a cálculos, experiencia y estándares de materiales y muestra entre otras cosas cédula de tubería, tipos de conexiones, tipos de bridas y presión de trabajo de las mismas.



TECNICAS DE REPRESENTACION DE ACTIVIDADES

<p>GANTT</p>	<p>ACTIVIDADES</p>  <p>TIEMPO</p>	<p>ACTIVIDADES REPRESENTADAS POR LINEAS CUYA LONGITUD ES PROPORCIONAL A LA DURACION.</p>
<p>TECNICA ADM (ARROW DIAGRAMMING METHOD) DE NODOS Y FLECHAS (PERT/CPM)</p>	<p>ACTIVIDADES NODOS</p> 	<p>ACTIVIDADES REPRESENTADAS POR FLECHAS QUE SE ORIGINAN Y TERMINAN EN NODOS (EVENTOS) DE DURACION CERO. USUALMENTE SIN ESCALA EN EL TIEMPO.</p>
<p>TECNICA DE PRECEDENCIAS (PRECEDENCE DIAGRAMMING METHOD) PDM</p>		<p>ACTIVIDADES REPRESENTADAS POR NODOS (RECTANGULOS) Y LAS INTERRELACIONES POR FLECHAS. USUALMENTE SIN ESCALA EN EL TIEMPO.</p>
<p>BARRAS CON INTERRELACIONES (METODO GLOBAL)</p>	<p>ACTIVIDAD</p>  <p>TIEMPO</p>	<p>INTEGRACION DE LAS TECNICAS DE BARRAS Y PRECEDENCIAS PARA MANEJAR ACTIVIDADES E INTERRELACIONES CON ESCALA EN EL TIEMPO.</p>

**a) ESTIMADO DE INGENIERIA.**

**- "Sabemos en parte y  
profetizamos en parte" -**

**Corintios I, 13:9**

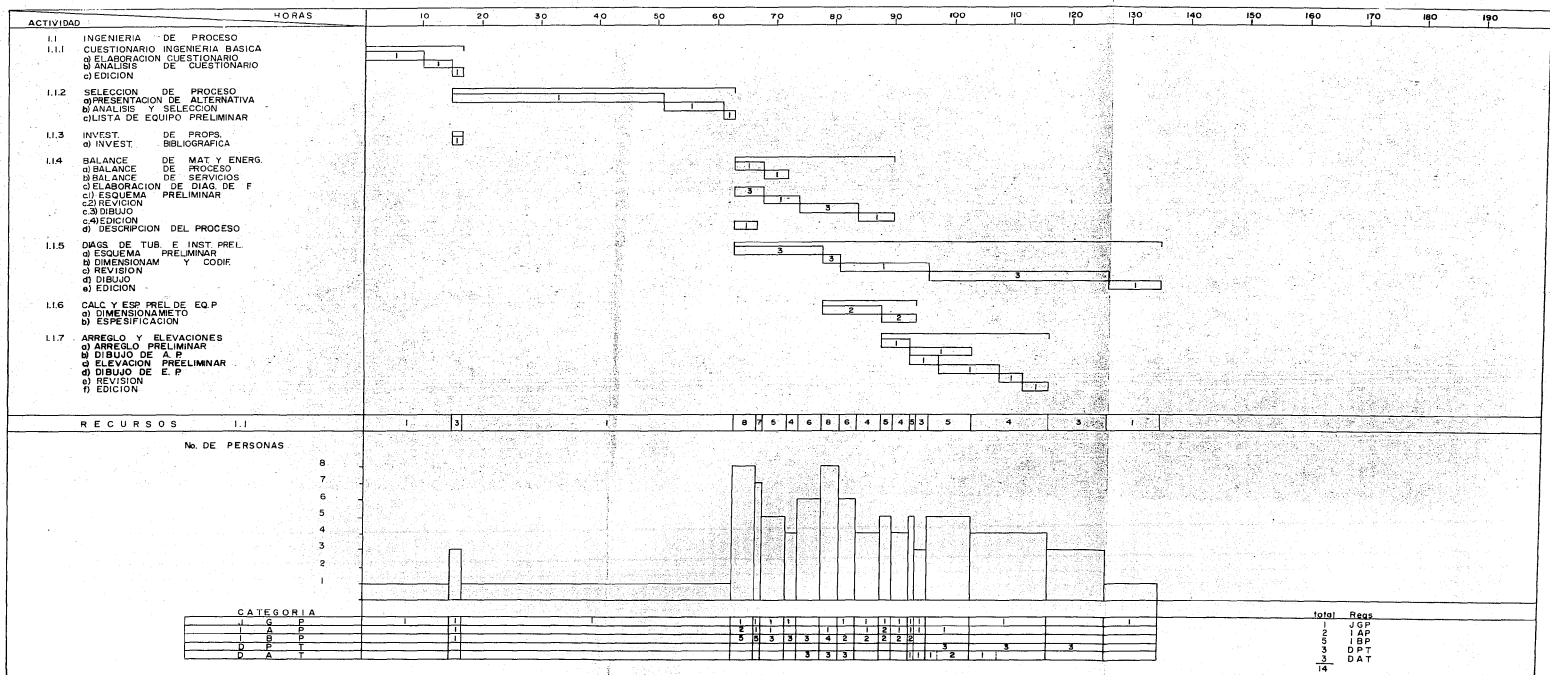


## **b) PROGRAMACION**

### **Leyes de Murphys**

- 1) Nada es tan fácil como parece.
- 2) Todo requiere más tiempo del que se piensa.
- 3) Si algo puede ir mal, irá mal.

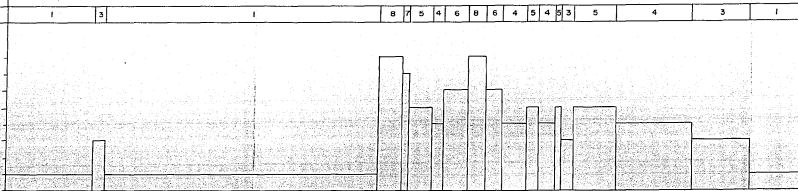
PROGRAMA DE INGENIERIA BASICA



RECURSOS

No. DE PERSONAS

8  
7  
6  
5  
4  
3  
2  
1



CATEGORIA	1	3	1	8	7	5	4	6	8	6	4	5	4	3	5	4	3	1
I	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
C	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P	5	3	3	3	4	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
B																		
P																		
T																		
D																		
A																		
T																		

No. de Regs.  
1 IGP  
2 IAP  
3 IBP  
3 OPT  
3 DAT  
14



FACULTAD DE INGENIERIA

PLANOS DE REFERENCIA

FECHA

REV

REVISION

Aprobado



FACULTAD DE QUIMICA

FACULTAD DE QUIMICA

PROGRAMA DE INGENIERIA BASICA

Hoja 1 de 3

Dibuj	C. F. X.	Fecha	****	ACOT.	
Revis		Fecha			
PROYECTO	PAA- 1980 - 001		PAA-000-001-P		A







	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	
1.2 INGENIERIA MECANICA 1.21 TUBERIAS a) ELABORACION DE ESPECIFICACION b) REVISION										1										
RECURSOS 1.2										1										
No. DE PERSONAS										1										
CATEGORIA										1										
										1										
1.3 INGENIERIA DE CONTROL 1.31 SEC. DE. OP. Y ELAB. DE LOG. C.										1										
RECURSOS 1.3										1										
No. DE PERSONAS										1										
CATEGORIA										1										
										1										
1.4 ESTUDIOS CIVILES 1.41 REVISION										1										
RECURSOS 1.4										1										
No. DE PERSONAS										1										
CATEGORIA										1										
										1										

Total Reqs  
1 J G C

13/ SEC. DE OP. Y ELAB. DE LOG. C.		1	
RECURSOS 13		1	
No. DE PERSONAS			
CATEGORIA			total Reqs
J G I		1	1 J G I
14 ESTUDIOS CIVILES			
14I REVISION		1	
RECURSOS 14		1	
No. DE PERSONAS			
CATEGORIA			total Reqs
J G C		1	1 J G C

**F**

FACULTAD DE INGENIERIA

PLANS DE REFERENCIA

FECHA

REV

REVISION

Aprobó

**Fo**  
FACULTAD DE QUIMICA

FACULTAD DE QUIMICA

PROGRAMA DE INGENIERIA BASICA

Hoja 2 de 3

Dibujó	C. F. X.	Fecha	escala: sin	ACOT:
Revisó		Fecha		
PROYECTO	PAA 1980 - 001		PAA-000-002-P	A

**c) INGENIERIA DE PROCESO**

No nos falta valor para emprender ciertas cosas porque son difíciles, sino que son difíciles porque nos falta valor para emprenderlas.

L.A. Bénéca.

## **c.1. - BASES DE DISEÑO INGENIERIA BASICA**

### **c.1.1. PLANTA:**

Almacenamiento y Refrigeración de Amoniaco.

#### **c.1.1.1. CAPACIDAD:**

3 500 000 kg.

#### **c.1.1.2. DIAS ESTADAR DE OPERACION:**

300 días por año basados en 24 horas de trabajo por día

### **c.1.2. PRODUCTO: AMONIACO.**

#### **a) ESPECIFICACION:**

Pureza	99.5% (peso) Min.
Agua	0.2% (peso) Máx.
Aceite	30 ppm (peso) Máx.
Fierro	5 ppm (peso) Máx.

#### **b) CONDICIONES EN L/B:**

Presión	20 Kg/cm <sup>2</sup> A
Temperatura	1.5 °C
Salida Máxima	7000 Kg/hr.

### **c.1.3. MATERIA PRIMA: AMONIACO**

#### **a) ESPECIFICACION:**

Pureza	99.5% (peso) Min.
Agua	0.2% (peso) Máx.
Aceite	25 ppm (peso) Máx.
Fierro	5 ppm (peso) Máx.

#### **b) CONDICIONES EN L/B:**

Presión	15.85 Kg/cm <sup>2</sup> A
Temperatura	40 °C
Entrada Máxima	40 000 Kg/hr.

c.1.4. SERVICIOS AUXILIARES

Condiciones en Límite de Baterías:

c.1.4.1. VAPOR

Presión 5.3 Kg/cm<sup>2</sup> G.  
Temperatura 154 °C

c.1.4.2. CONDENSADO DE VAPOR

Presión 2.1 Kg./cm<sup>2</sup> G y 4.2 Kg/cm<sup>2</sup> G  
Temperatura 121 °C y 140 °C

c.1.4.3. ENERGIA ELECTRICA

VOLTAJE: AC 440/220v (3 FASES, 60 CPS)  
AC 110v (1 fase, 60 cps)

c.1.4.4. AGUA DE ENFRIAMIENTO

a) SUMINISTRO  
Presión 3.51 Kg/cm<sup>2</sup> G  
Temperatura 39 °C

b) RETORNO  
Presión 2.81 Kg/cm<sup>2</sup> G  
Temperatura 49 °C

c.1.4.5. AIRE

Presión 7.03 Kg/cm<sup>2</sup> G  
Temperatura 40 °C  
Punto de Rocío - 40 °C

c.1.4.6. INERTE: NITROGENO

Presión 30 Kg/cm<sup>2</sup> G

c.1.4.7. COMBUSTIBLE: GAS NATURAL

LHV 7225 Kcal/Kg  
Presión 6 Kg/cm<sup>2</sup> G  
Temperatura 40 °C

**c.1.5. CONDICIONES CLIMATICAS**

**c.1.5.1. TEMPERATURA:**

Máxima Promedio	42 °C
Mínima Promedio	5 °C
Promedio	40 °C
Bulbo Húmedo Máximo	34 °C

**c.1.5.2. PRECIPITACION PLUVIAL**

Máxima por Hora	672 mm
Máxima Diaria	83 mm
Frecuencia Anual	121 días/año

**c.1.5.3. HUMEDAD RELATIVA**

Promedio Anual	95%
----------------	-----

**c.1.5.4. VIENTOS**

Máxima Velocidad	240 Km/hr
Velocidad Promedio	20.7 Km/hr
Dirección Dominante	DEL N.E.

**c.1.5.5. PRESION**

Barométrica	760 mm. hg.
-------------	-------------

## **c.2 - SELECCION DEL PROCESO**

### **c.2.1 - DESCRIPCION DE ALTERNATIVAS**

#### **ALTERNATIVA No. I**

El amoniaco proveniente de carro tanque de ferrocarril (donde se encuentra saturado a temperatura ambiente), es enviado a una esfera o más de almacenamiento, cuya presión y temperatura de operación son bajas.

Debido a la diferencia de presión ocurre una evaporación del líquido. Los vapores que se generan se alimentan a un compresor y posteriormente se envían a un cambiador de calor de tubos y coraza donde se condensan. Este condensado se almacena en un tanque acumulador a una presión, por supuesto, mayor que la de la esfera y al llegar a un determinado nivel, un señal de apertura se envía a una válvula que regresa el amoniaco en dos fases a la esfera.

La descarga del recipiente esférico se efectúa por la parte inferior mediante bombas enlatadas.

Parte de los vapores de amoniaco de la descarga de los compresores se regresa al carro tanque para mantenerlo presurizado y de esta forma sostener la velocidad de descarga. Terminada la operación los vapores residuales en el carro tanque se extraen mediante una línea conectada a la succión del compresor cerrando el circuito en la esfera.

#### **ALTERNATIVA No. II**

Amoniaco proveniente de carro tanque de ferrocarril (donde se encuentra saturado a la temperatura ambiente), es enviado a una o más esferas de almacenamiento cuya presión es alta así como la mostrada en la alternativa V. Debido a la diferencia de presión parte del líquido alimentado al recipiente se evapora. Los vapores producidos son alimentados a un compresor y retornados al carro tanque para mantener la velocidad de salida del mismo. Terminada la operación, los vapores restantes en el carro tanque se extraen mediante una línea conectada a la succión del compresor cerrando el circuito en la esfera.

### ALTERNATIVA No. III

El amoniaco procedente de un carro tanque de ferrocarril (donde se encuentra saturado a temperatura ambiente) se envía a un recipiente a menor presión y por lo tanto sufre una evaporación. El líquido remanente es enviado a un recipiente esférico que también se encuentra a una presión más baja, y el vapor que se produce es enviado a la succión de un tran de compresión. El vapor que se generó en el bote de alimentación es enviado a la segunda etapa de compresión y posteriormente todo el vapor comprimido es circulado hacia un condensador que puede ser evaporativo o de tubos y coraza, donde se licúan y después se almacenan en un tanque acumulador; al llegar a un determinado nivel, una señal de apertura se envía a una válvula que retorna el amoniaco en dos fases a la esfera.

La descarga del recipiente esférico es por la parte inferior mediante bombas enlatadas.

Parte de los vapores de amoniaco de la descarga de los compresores es retornado al carro tanque para mantenerlo presurizado y de esta forma sostener la velocidad de descarga. Terminada la operación los vapores residuales en el carro tanque son extraídos mediante una línea conectada a la succión del compresor cerrando el circuito en la esfera.

### ALTERNATIVA No. IV

Este sistema es una variante de las alternativas I y III con la diferencia de que el recipiente es cilíndrico.

### ALTERNATIVA No. V

Amoniaco proveniente del carro-tanque de ferrocarril (donde se encuentra saturado a temperatura ambiente) es enviado a unas salchichas de almacenamiento, mediante bombas enlatadas, a condiciones ambientales de temperatura.



## ALTERNATIVA No. VI

El amoniaco procedente de un carro tanque de ferrocarril (donde se encuentra saturado a temperatura ambiente), es enviado a una o más esferas de almacenamiento cuya presión es alta. Los vapores producidos por el suministro así como los generados por ganancia térmica del medio son enviados a un quemador sin recuperar.

Estas son las alternativas más usuales para el almacenamiento de amoniaco. Existen algunas variantes dentro del sistema de refrigeración tales como el uso de condensadores evaporativos, soloaires y refrigeración indirecta a través de una salmuera.

El uso de condensadores evaporativos o soloaires es función de la disponibilidad de agua en la zona donde se piense construir la planta; debido a las características hidrológicas de Lombarda, la disponibilidad de agua no es una limitante, mientras que el empleo de un sistema de refrigeración indirecta a través de alguna salmuera no se justifica, en el caso de almacenamiento de un refrigerante en sí como lo es el amoniaco.

Por lo tanto estas variantes no serán analizadas dentro de este trabajo, quedando latentes para futuros proyectos donde sea factible su empleo.

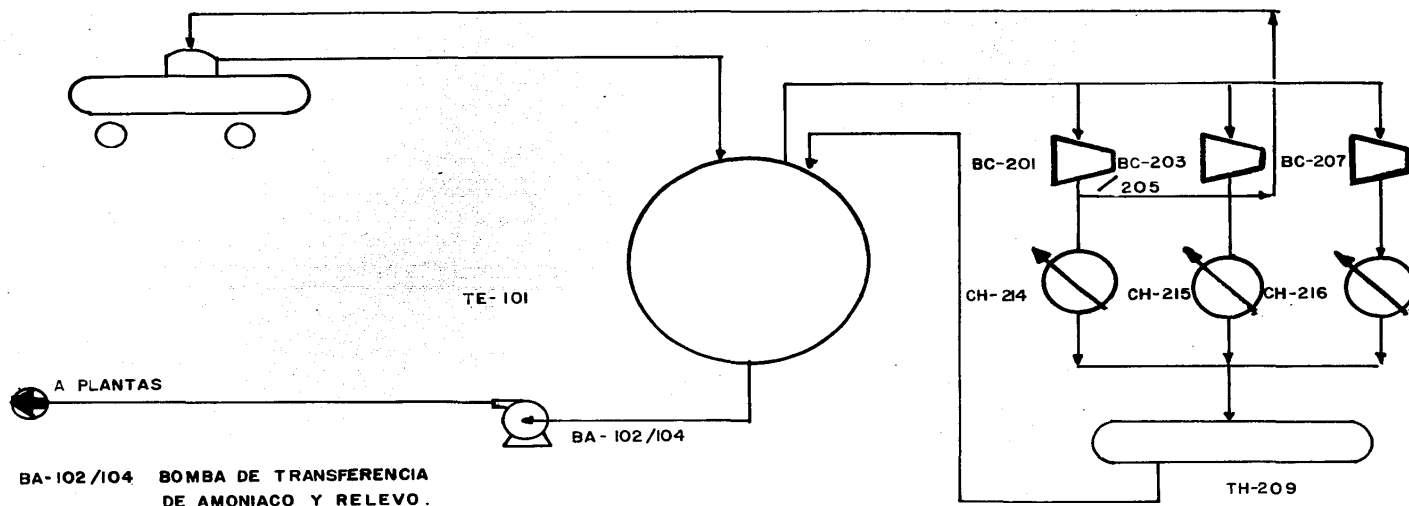
TE-101 TANQUE ESFERICO  
PARA ALMACENAMIENTO  
DE AMONIACO.

CH-214 CONDENSADOR  
DE AMONIACO .

CH-215 CONDENSADOR  
DE AMONIACO .

CH-216 CONDENSADOR  
DE AMONIACO .

TH-209 TANQUE ACUMULADOR  
DE AMONIACO .



BA-102/104 BOMBA DE TRANSFERENCIA  
DE AMONIACO Y RELEVO.

BC-207 COMPRESOR DE HOLDING  
DE AMONIACO

BC-201 COMPRESOR  
DE AMONIACO.

BC-203/205 COMPRESORES  
DE AMONIACO .

fi

FACULTAD DE INGENIERIA

PLANOS DE REFERENCIA .

FECHA

REV .

REVISION .

APROB

Fo  
FACULTAD DE QUIMICA

FACULTAD DE QUIMICA

ALTERNATIVA I

Dibujo: VDM .

Reviso: JMR .

PROYECTO PAA-1080-001

no.PAA-000-001-DF

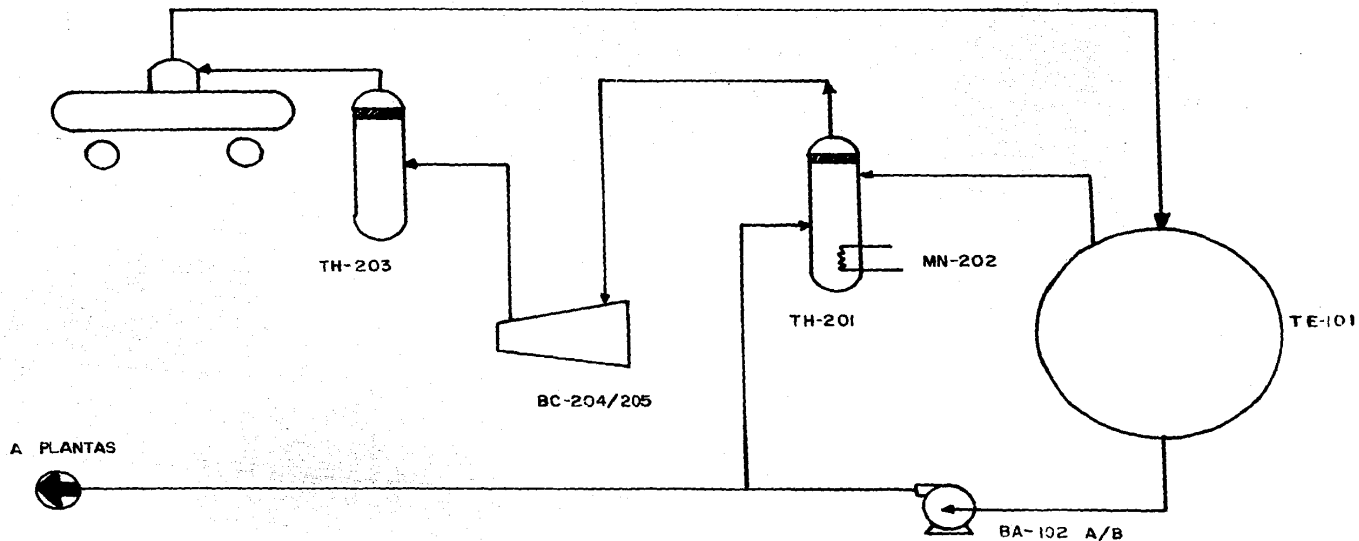
A.

TE-101 TANQUE ESFERICO  
PARA ALMACENAMIENTO  
DE AMONIACO .

TH-201 SEPARADOR  
DE LIQUIDOS .

MN-202 RESISTENCIA  
EVAPORADORA .

TH-203 SEPARADOR  
DE ACEITE .



BA-102 A/B BOMBA DE  
TRANSFERENCIA  
DE AMONIACO .

BC-204/205 COMPRESORES  
DE AMONIACO .

fi

Fo

FACULTAD DE QUIMICA

ALTERNATIVA II

Dibujo: V D M.

Reviso: J M R.

PROYECTO PAA-1980-001

no. PAA-000-002

PLANOS DE REFERENCIA .

FECHA

REV

REVISION .

APROB

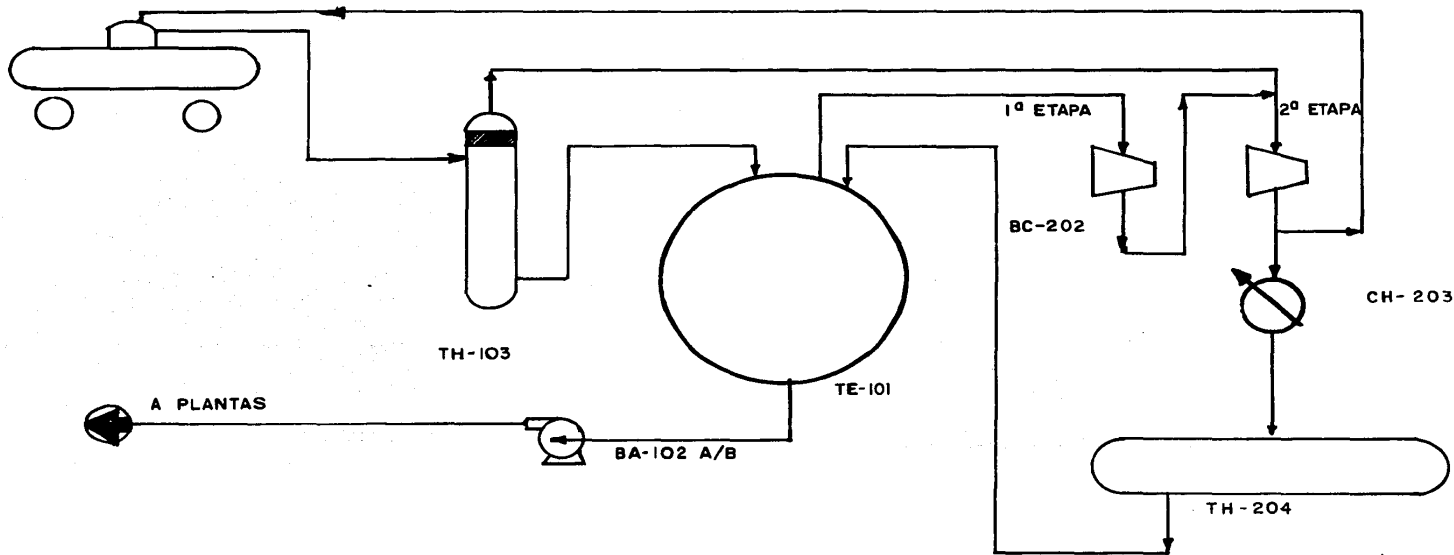
FACULTAD DE QUIMICA

TE-101 TANQUE ESFERICO  
PARA ALMACENAMIENTO  
DE AMONIACO .

CH-203 CONDENSADOR  
DE AMONIACO .

TH-204 TANQUE ACUMULADOR  
DE AMONIACO .

TH-104 TANQUE SEPARADOR  
DE LIQUIDOS .



BA-104 A/B BOMBA DE TRANSFERENCIA  
DE AMONIACO .

BC-202 COMPRESOR DE AMONIACO .

	PLANOS DE REFERENCIA .	FECHA	REV	REVISION .	APROB	

FACULTAD DE QUIMICA	
ALTERNATIVA III	
Dibajo: VDM	
Reviso: JMR	
PROYECTO - PAA-1980-001	no. PAA-000-003-001

TE-101 TANQUE CILINDRICO DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO.

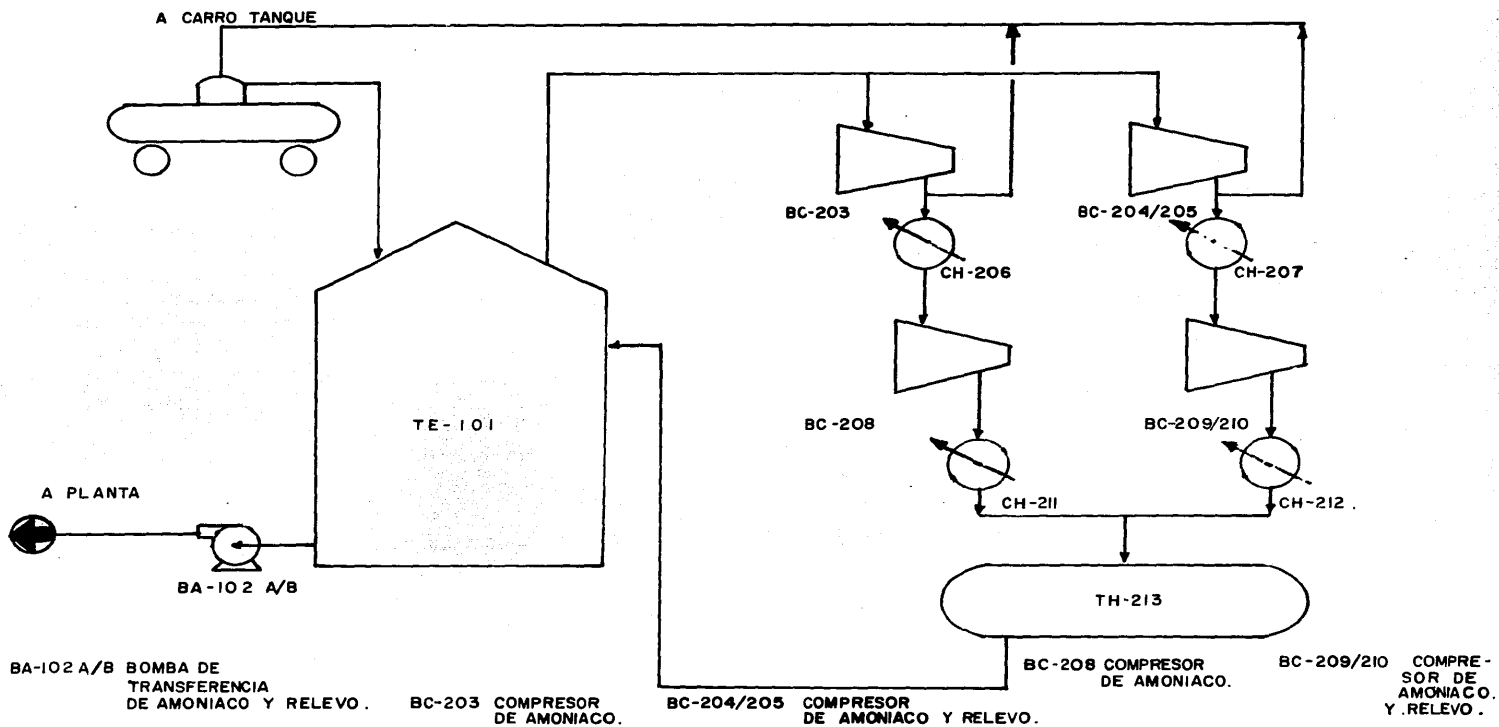
CH-206 ENFRIADOR DE AMONIACO.

CH-207 ENFRIADOR DE AMONIACO.

CH-211 CONDENSADOR DE AMONIACO.

CH-212 CONDENSADOR DE AMONIACO.

TH-213 TANQUE ACUMULADOR.



BA-102 A/B BOMBA DE TRANSFERENCIA DE AMONIACO Y RELEVO.

BC-203 COMPRESOR DE AMONIACO.

BC-204/205 COMPRESOR DE AMONIACO Y RELEVO.

BC-208 COMPRESOR DE AMONIACO.

BC-209/210 COMPRESOR DE AMONIACO Y RELEVO.

Fi

PRIMA DE INGENIERIA

PLANOS DE REFERENCIA

FECHA

REV

REVISION.

APROB

FACULTAD DE QUIMICA

FQ

FACULTAD DE QUIMICA

ALTERNATIVA IV

Dibujo: V D M

Reviso: J M R

PROYECTO PAA - 000 - 001

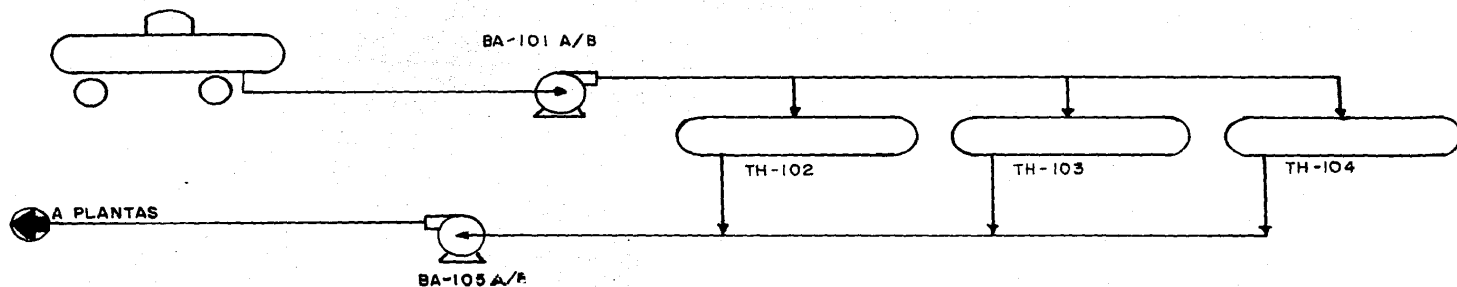
no.PAA-000-004-PP

A.

TH-102 SALCHICHA DE  
ALMACENAMIENTO  
DE AMONIACO .

TH-103 SALCHICHA DE  
ALMACENAMIENTO  
DE AMONIACO .

TH-104 SALCHICHA DE  
ALMACENAMIENTO  
DE AMONIACO .



BA-101 A/B BOMBA DE DESCARGA  
DE AMONIACO Y RELEVO .

BA-105 A/B BOMBA DE TRANSFERENCIA.  
DE AMONIACO Y RELEVO .

fi

FIRMA DE INGENIERIA

PLANOS DE REFERENCIA .

FECHA

REV

REVISION .

APROB

FACULTAD DE QUIMICA

Fo

FACULTAD DE QUIMICA

ALTERNATIVA V

Dibujo: V D M

Reviso: J M R

no. PAA-000-000000

PROYECTO PAA-1980-001

Para hacer una selección adecuada del tipo de proceso a emplear se considerarán objetivos obligatorios y deseables que deben cumplir las alternativas.

Una vez seleccionados se le dará una ponderación a los objetivos deseables de acuerdo con los criterios siguientes:

- a) Debido a la crítica situación del país, un mínimo costo de inversión debe tener prioridad, debido a la escasez de divisas.
- b) Una seguridad en operación relativamente alta tendrá la segunda prioridad, debido a que cualquier explosión, traería consigo una reinversión inmediata, contraviniendo lo indicado en (a).
- c) Un mínimo costo variable tendrá la tercera prioridad ya que normalmente es bajo comparado con el costo fijo en una base anual y conforme se vaya mejorando la situación nacional se tendrán mayores facilidades para el financiamiento de los costos variables.
- d) La factibilidad para futuras expansiones queda relegada a último lugar debido a lo indicado en (a).

ENUNCIADO: CONSTRUIR UNA ESTACION DE ALMACENAMIENTO DE NH<sub>3</sub>

O: OBLIGATORIOS

D: DESEABLES

OBJETIVOS	IMPORTANCIA	OBJETIVOS	IMPORTANCIA
Capacidad de 3,500 tons	O		
Mínimo costo de inversión } costo fijo	D		
Mínimo costo de operación }	D		
Mínimo costo de mantenimiento } costo variable	D		
Bajo consumo de servicios }	D		
Seguridad en operación	D		
Facilidad para modular futuras expansiones	D		
Arrancar en dos años	O		
Temperatura de salida de la planta = 15° C	O		
Presión de salida de la planta = 21 kg/cm <sup>2</sup>	O		









En base a lo anterior la alternativa más recomendable es la No. I, quedando en segundo lugar la alternativa No. III.

Por lo tanto, en este trabajo se desarrollará la Ingeniería para el proceso mostrado en la alternativa No. I, refrigeración y condensación con cambiadores de tubos y coraza, ya que como se muestra en la sección de "Consecuencias Adversas" es la más indicada.

### c.3. - PROPIEDADES E INFORMACION DE SEGURIDAD

#### c.3.0. - PROPIEDADES

Grado comercial: 99.5% NH<sub>3</sub>

Grado de refrigeración 99.95% NH<sub>3</sub>

#### c.3.0.1. - CARACTERISTICAS.

ESTADO FISICO	LIQUIDO	GAS
Límites explosivos (% volumen en aire)	-----	16 a 25
Temperatura de auto ignición	-----	651 °C
Afinidad por el agua	Si	Si
Punto de ebullición normal	-33.5 °C	-----
Color	Incoloro	Incoloro
Corrosividad	Corrosivo al cobre, aleaciones de cobre y superficies galva- nizadas	Mismo que el líquido
Densidad (Lb/Ft <sup>3</sup> @ 60°F)	38.5	0.598 (32°F 1 at)
Sensitividad a la luz	No	No
Punto de fusión	-77.7 °C	-----
Olor	Pungente	Pungente
Límite Dañino	55 ppm ó 35 mg/m <sup>3</sup>	

El amoniaco anhidro como vapor o líquido es irritante de la piel, ojos y vías respiratorias. La exposición directa por contacto puede causar quemaduras severas.

### c.3.0.2. - EXPLOSIVIDAD.

El amoniaco es capaz de formar mezclas inflamables con aire dentro de ciertos límites (16 a 25% volumen). La presencia de aceite o una mezcla de amoniaco con otro material combustible, incrementará el peligro de fuego.

El rango de explosividad se incrementa cuando se reemplaza el aire por oxígeno y con temperaturas y presiones mayores a la atmosférica. El contacto del amoniaco con otras sustancias tales como Mercurio, Cloro, Iodo, Bromo, Calcio, Oxido de Plata o Hipoclorito, puede formar compuestos explosivos. Los instrumentos con Mercurio nunca deben ser conectados de tal manera que permitan el contacto del Mercurio con el Amoniaco líquido o gaseoso.

### c.3.1. - DISEÑO DE EDIFICIOS.

Donde se almacenan grandes cantidades de amoniaco o en zonas donde se maneje éste, deberá existir una proyección de agua mediante espreas automáticas detectoras de vapores y un excelente sistema de drenaje.

Las válvulas de alivio de presión son requeridas en los tanques de almacenamiento y pueden arrearjarse con válvulas de tres vías, así que siempre se tenga una abierta al tanque. Estas válvulas deberán desfojar fuera del edificio.

Los tanques de amoniaco no deben localizarse en la vecindad de los que contienen líquidos inflamables.

En las áreas en las cuales los peligros de fugas de amoniaco existen, se debe de tener un número bien marcado de salidas a través de las cuales el personal pueda escapar rápidamente en caso de emergencia.

### c.3.2. - DISEÑO DE EQUIPO.

El diseño de la tubería y el equipo para amoniaco anhidro es altamente especializado debido a las propiedades del material. Los problemas técnicos de diseñar el equipo, proveer ventilación adecuada y formular procedimientos de operación que aseguren máxima seguridad y economía, pueden ser manejados mejor, por Ingenieros experimentados así como por especialistas en seguridad y protección contra fuego.

La tubería tendrá que ser instalada de tal manera que se evite cualquier posibilidad de atrapar amoniaco líquido anhidro entre válvulas cerradas; a menos de que la sección sea protegida por relevo de presión, o algún otro dispositivo de alivio de expansión líquida.

Debe evitarse el equipo abierto a la atmósfera.

El amoniaco anhidro afecta los materiales más comunes. No obstante, cuando se mezcla con una pequeña cantidad de agua o vapor de agua, ataca vigorosamente al cobre, la plata, el zinc y todas sus aleaciones; el hierro y el acero no reaccionan rápidamente con amoniaco, seco o húmedo, y son usados para tuberías y accesorios.

### c.3.3. - VENTILACION.

Es importante mantener la concentración por debajo de 100 ppm en volumen en aire, pues concentraciones más altas son peligrosas para el trabajo no protegido.

Los cuartos en los cuales se pueda escapar amoniaco, deben tener ductos de ventilación que lleven al exterior esta fugas.

Si se usa ventilación mecánica, deben usarse ventiladores antichispas y el equipo deberá estar de acuerdo con lo indicado por el NEC para áreas peligrosas.

#### c.3.4. - TOXICIDAD AGUDA.

##### a) Efectos Sistémicos:

El amoniaco no es un veneno sistémico.

##### b) Efectos locales:

La inhalación de altas concentraciones produce tos violenta debido a su acción en el tracto respiratorio. Si el escape rápido no es posible, una severa irritación pulmonar, edema pulmonar y la muerte, pueden producirse.

Bajas concentraciones causan irritación en los ojos, laringitis y bronquitis.

Ver tabla 1 para efectos de varias concentraciones de gas en el aire.

Ingerir el líquido trae una severa acción corrosiva en la boca, garganta y estómago.

La exposición de altas concentraciones de gas puede causar ceguera temporal y severos daños a los ojos. El contacto directo de los ojos y piel con amoniaco líquido anhidro producirá serias quemaduras en los mismos.



**TABLA I**

<b>CONCENTRACION DEL VAPOR (ppm)</b>	<b>EFECTO GENERAL</b>	<b>PERIODO DE EXPOSICION</b>
<p>≤ 50</p>	<p>Olor detectable para la mayoría de las personas.</p>	<p>Exposición repetida prolongada no produce daño.</p>
<p>100</p>	<p>Efecto no adverso para el promedio de los trabajadores.</p>	<p>Concentración máxima permisible para una exposición de 8 hrs. de trabajo.</p>
<p>400 - 700</p>	<p>Irritación de nariz y garganta. Irritación de los ojos con lagrimeo.</p>	<p>Exposiciones cortas (1 hr.) no produce efecto serio.</p>
<p>2000 - 3000</p>	<p>Tos convulsiva. Severa irritación a los ojos.</p>	<p>Exposición no permisible. Puede ser fatal después de una corta exposición</p>
<p>5000 - 10000</p>	<p>Espasmo respiratorio. Asfixia rápida.</p>	<p>Exposición no permisible. Rápidamente fatal.</p>

#### c.4. - DESCRIPCION DEL PROCESO

La planta de almacenamiento de amoniaco está dividida en tres áreas de proceso.

AREA 100: ALMACENAMIENTO.

AREA 200: REFRIGERACION.

AREA 400: QUEMADO DE GAS DE DESECHO.

##### A-100.- ALMACENAMIENTO.

Amoniaco proveniente de los carros de ferrocarril (saturado a temperatura ambiente) se almacena a  $1.5^{\circ}\text{C}$  y  $4.63 \text{ Kg/cm}^2$  abs. en el recipiente esférico TE-101, con una capacidad de 3.5 MTON. de amoniaco.

Las bombas BA-102/104 tipo enlatada horizontal, se encargan de enviar el amoniaco almacenado a plantas o a carros tanque de ferrocarril de acuerdo con las necesidades, a una presión de  $10 \text{ Kg/cm}^2 \text{ A}$ .

##### A-200.- REFRIGERACION.

Los vapores producidos por la evaporación del amoniaco a la presión y temperatura de almacenamiento son tomados por los compresores reciprocantes BC-201, BC-203/205 y llevados a una presión de  $17.92 \text{ Kg/cm}^2 \text{ A}$  y una temperatura de  $158.2 \text{ C}$  mediante dos etapas de compresión.

El compresor BC-201 es activado automáticamente por medio de una elevación de presión del 7.5% (a  $4.97 \text{ Kg/cm}^2 \text{ A}$ ) con una capacidad de 0%. Cuando ésta se eleve un 10% ( $5.1 \text{ Kg/cm}^2 \text{ A}$ ) entrará en operación al 50% de capacidad lográndose el trabajo total a  $5.3 \text{ Kg/cm}^2 \text{ A}$ . BC-203 se activará a  $5.5 \text{ Kg/cm}^2 \text{ A}$ ,  $5.8 \text{ Kg/cm}^2 \text{ A}$  y  $6.0 \text{ Kg/cm}^2 \text{ A}$ .

BC-205 es relevo de BC-201 ó BC-203 pero de operación completamente manual. En caso de que se siga elevando la presión hasta  $6.39 \text{ Kg/cm}^2 \text{ A}$ , se abrirá la válvula de alivio PSV-108/109, relevando el amoniaco a quemador para proteger el recipiente esférico.

BC-207 entrará en acción cuando la presión sea de  $4.63 \text{ Kg/cm}^2 \text{ A}$  y se detendra cuando ésta se eleve hasta  $5.1 \text{ Kg/cm}^2 \text{ A}$ .

BC-201 y BC-203 se detendrán cinco segundos después de que la presión de operación sea 4.65 Kg/cm<sup>2</sup> A, con el objeto de dejar la menor cantidad posible de amoniaco en las líneas y cilindros del compresor. Para el enfriamiento de los cilindros se usará condensado frío proveniente del CH-217.

BC-207 actuará cuando la esfera no se está cargando para así mantener la presión en la misma.

La descarga de amoniaco de estos compresores se envía a los cambadores CH-214, 215 y CH-216 así como los del BC-207, donde sufren una condensación total con agua de enfriamiento; los incondensables arrastrados son purgados del sistema a través de CH-218.

Los incondensables son burbujeados en un pequeño recipiente con agua para separar el amoniaco que lleven los gases y evitar contaminación ambiental.

Las chaquetas de los cilindros de los compresores serán enfriadas con condensado frío obtenido del CH-217, para evitar condensaciones de amoniaco en los mismos si se usa agua de enfriamiento.

El amoniaco condensado se acumula en el recipiente TH-213 a 17.92 KG/cm<sup>2</sup> A y 44.56 °C. y posteriormente es retornando a la esfera en dos fases (83.6% de líquido), mediante la válvula de nivel LV-202, equipada para soportar cavitación o vibración excesiva por el cambio de fase; para evitar la entrada de líquidos al compresor por arrastre de los vapores al abandonar la esfera, se dispone del recipiente TH-209 con una malla mecánica de alta eficiencia y una resistencia calefactora (MN-219) para evaporar cualquier amoniaco que pudiera quedar ocluido en aceite o condensado en la malla. Para separar el aceite de lubricación de los compresores arrastrado por el amoniaco existen los recipientes TH-210, 211 y 212 equipados con malla mecánica.

Además el tanque acumulador TH-213 cuenta con una pierna en su parte inferior para separar por decantación el aceite que pudiese pasar por la malla mecánica.

#### A-400.- QUEMADO DE GAS DE DESECHO.

El amoniaco que pueda relevarse por la válvula PSV-108/109, es llevado a través de un cabezal de 6" al recipiente TH-402 provisto de una malla mecánica de alta eficiencia.

El cabezal mantiene por seguridad una purga continua de gas natural para evitar la entrada de aire, además del sello molecular

integral del quemador. El gas natural sirve además como ayuda para evitar la formación de óxidos de nitrógeno que pueden generarse por la mala combustión del amoniaco.

Por otro lado la planta tiene tres formas de operación lógicas:

- a) Caso I: Arranque, cuando la esfera se encuentra presurizada con nitrógeno y se hace llegar el amoniaco a la misma, sin mantener una salida de amoniaco líquido a plantas.
- b) Caso II: Operación normal, cuando al cargar la esfera se produce la vaporización a pesar de la salida de amoniaco líquido hacia plantas.
- c) Caso III: Espera o " Holding", donde la esfera permanece llena de amoniaco líquido, sin salida de éste a plantas o carros tanque.

UNIDAD: LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION: LISTA DE EQUIPO

C.5.1. - CLASE

BOMBAS

No.	TAG	DESCRIPCION	DTI
1	BA-102	Bomba de transferencia de amoniaco	PAA-001-100-001-DTI
2	ME-103	Motor para BA-102	PAA-001-100-001-DTI
3	BA-104	Relevo de BA-102	PAA-001-100-001-DTI
4	ME-105	Motor de BA-104	PAA-001-100-001-DTI

UNIDAD: LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION: LISTA DE EQUIPO

c.5.2. - CLASE.

CAMBIADORES DE CALOR

No.	TAG.	DESCRIPCION	DTI
1	CH-214	Condensador de amoniaco de BC-201	FAA-001-200-001-DTI
2	CH-215	Condensador de amoniaco de BC-203 BC-205	FAA-001-200-001-DTI
3	CH-216	Condensador de amoniaco de BC-207	FAA-001-200-001-DTI
4	CH-217	Enfriador de Condensado	FAA-001-200-001-DTI
5	CH-218	Purgador de Inertes	FAA-001-200-001-DTI

UNIDAD: LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION: LISTA DE EQUIPO

c.5.3. - CLASE.

COMPRESORES

No.	TAG	DESCRIPCION	DTI
1	BC-201	Compresor de amoniaco No. 1	PAA-001-200-001-DTI
2	ME-202	Motor de BC-201	PAA-001-200-001-DTI
3	BC-203	Compresor de Amoniaco No. 2	PAA-001-200-001-DTI
4	ME-204	Motor de BC-203	PAA-001-200-001-DTI
5	BC-205	Compresor de Relevo de BC-201 BC-203	PAA-001-200-001-DTI
6	ME-206	Motor de BC-205	PAA-001-200-001-DTI
7	BC-207	Compresor de "Holdina" de Amoniaco	PAA-001-200-001-DTI
8	ME-208	Motor de BC-207	PAA-001-200-001-DTI

UNIDAD: LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION: LISTA DE MOTORES

c.5.3. - CLASE

MOTORES

No.	TAG	DESCRIPCION	EQUIPO OPERADO	CAP. NOM.	BHP (KWATT)	No. MOT. OPERADO	No. MOT. RELEVO
1	ME-103	Motor de BA-102	BA-102	15	11.4 (8.5)	1	1
2	ME-105	Motor de BA-104	BA-104				
3	ME-202	Motor de BC-201	BC-201	500	457.06 (340.80)	1	
4	ME-204	Motor de BC-203	BC-203			1	
5	ME-206	Motor de BC-205	BC-205				1
6	ME-208	Motor de BC-207	BC-207	20	18.36 (13.69)	1	
7	MN-218	Resistencia de TH-209	TH-209	41 Kw	(34.3)	1	



UNIDAD: LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION: LISTA DE EQUIPO

c.5.4. - CLASE

RECIPIENTES

No.	TAG	DESCRIPCION	DTI
1	TE-101	Esfera de Almacenamiento	FAA-001-100-001-DTI
2	TH-209	Separador de Líquidos	FAA-001-100-001-DTI
3	TH-210	Separador de Aceite de BC-201	FAA-001-200-001-DTI
4	TH-211	Separador de Aceite de BC-203 BC-205	FAA-001-200-001-DTI
5	TH-212	Separador de Aceite de BC-207	FAA-001-200-001-DTI
6	TH-213	Tanque Acumulador	FAA-001-200-001-DTI
7	TH-402	Tanque Separador de líquido para quemador	FAA-001-400-001-DTI

UNIDAD: LOMBARDA, TABASCO

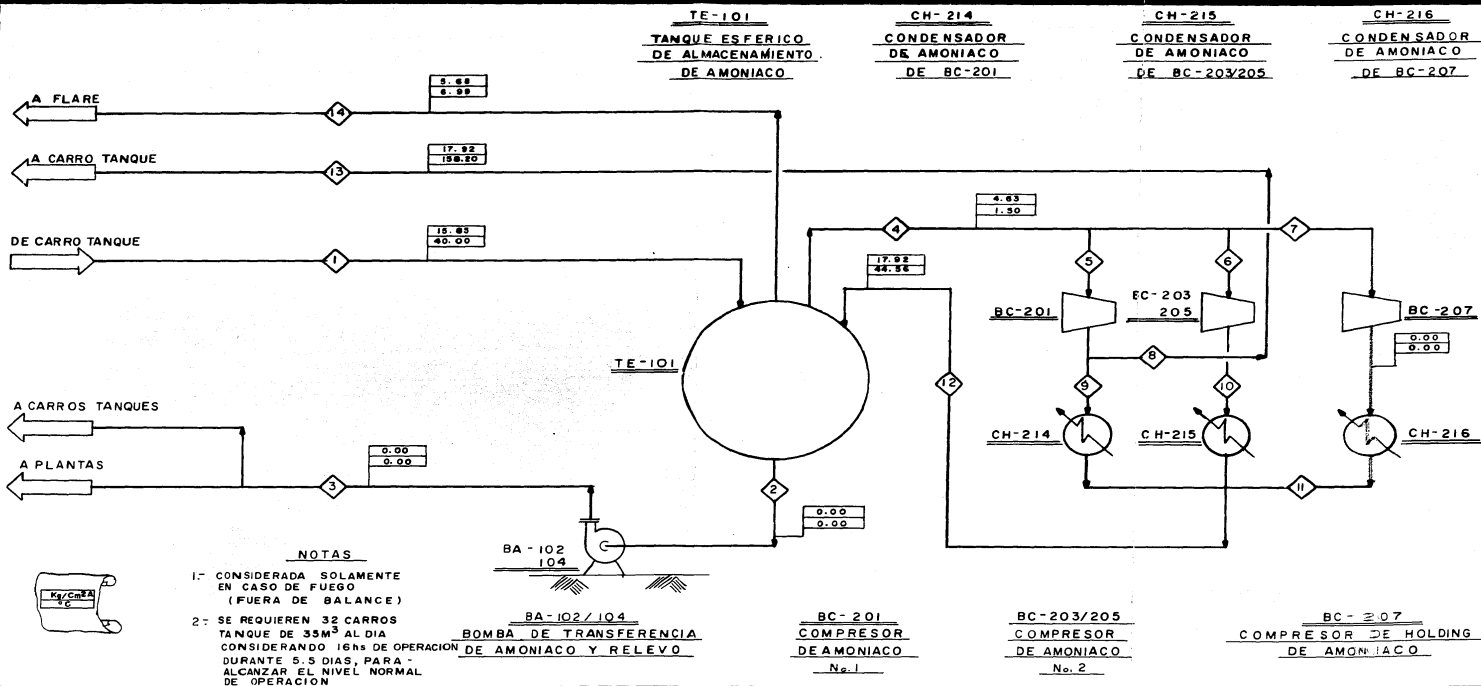
DESCRIPCION: LISTA DE EQUIPO

c.3.4. - CLASE

MISCELANEOS

No.	TAG	DESCRIPCION	DTI
1	MN-219	Resistencia de TH-209	FAA-001-200-001-DTI
2	MN-401	Quegador de Amoniaco	FAA-001-400-001-DTI

**C.6 - BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA  
SUMARIO DE SERVICIOS**



PROPIEDAD	CORRIENTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	VER NOTA 14
FLUJO	KG/hr	40.000	0	0	6,654.23	3,327.12	3,327.11	0	296.81	3,030.3	3,030.3	0	6,060.6	593.62	2,335.50

**fi**

FIRMA DE INGENIERIA

PLANOS DE REFERENCIA

Fecha REV

REVISION

Aprobo

**FQ**  
FACULTAD DE QUIMICA

**FACULTAD DE QUIMICA**

**BALANCE DE MATERIA**

**CASO DE OPERACION No. 1**

Dibujo	JRN	FECHA	ESCALA: SIN	ACOT:
Reviso	JMR	FECHA		
PROYECTO: PAA-1980-001		No. PAA-001-000-P A		



UNIDAD

LOMBARDA , TABASCO

DESCRIPCION

CUADRO DE BALANCE

Capo de operación no. 1

PLANTA

Alm. de Amoniaco

PROYECTO NO.

FAA-1980-001

AHEA

HOJA

DE

DEPTO.

Proceso

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

Diciembre, 81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

Corriente Propiedad	1	2	3	4
FUNCION	Amoniaco de Carro Tanque	Amoniaco a Bombas BA-102 104	Amoniaco a Plantas	Amoniaco a Compresores
FLUJO .....K $\pi$ /h	40,000	0	0	6,654.23
FLUJO VOL...m <sup>3</sup> /h	69.03	-	-	2,160.46
DENSIDAD....K $\pi$ /m <sup>3</sup>	579.50	-	-	3.08
VISCOSIDAD...cp	0.114	-	-	0.009
PRESION.....K $\pi$ /cm <sup>2</sup>	15.85	-	-	4.63
TEMPERATURA.°C	40.00	-	-	1.50
CONDUCTIVIDAD. $\frac{\text{Kcal}}{\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{C}}$	0.35	-	-	0.00019
CAPACIDAD CALORIFICA... $\frac{\text{Kcal}}{\text{K} \cdot \text{C}}$	1.16	-	-	0.49
ENTALPIA....Kcal/K $\pi$	145.52	-	-	401.91
FLUJO DE CALOR. $\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$	5'820,800	-	-	2'674,402

OBSERVACIONES:

---



---



---



UNIDAD	PLANTA	DEPTO.
LOMBARDA , TABASCO	Alm. de Amoniaco	Proceso
DESCRIPCION	PROYECTO NO.	CALCULO
CUADRO DE BALANCE	FAA-1980-001	JMR
Caso de operación no. 1	AREA	APROBO
	HOJA DE	FECHA
	2 DE 4	Diciembre, 81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

Corriente	5	6	7	8
Propiedad				
FUNCION	Amoniaco a Compressor BC-201	Amoniaco a Compresores BC-203/205	Amoniaco a Compressor de Holding BC-206	Retorno a ca rro tanque con compresor BC-201
FLUJO .....Kg/h	3,327.12	3,327.11	0	296.81
FLUJO VOL...m <sup>3</sup> /h	1,080.23	1,080.23	-	34.51
DENSIDAD....Kg/m <sup>3</sup>	3.08	3.08	-	8.60
VISCOSIDAD...cp	0.009	0.009	-	0.014
PRESION.....Kg/cm <sup>2</sup>	4.03	4.03	-	17.92
TEMPERATURA.°C	1.50	1.50	-	153.20
CONDUCTIVIDAD. $\frac{Kcal}{m \cdot h \cdot ^\circ C}$	0.00019	0.00019	-	0.00036
CAPACIDAD CALORIFICA... $\frac{Kcal}{Kg \cdot ^\circ C}$	0.49	0.49	-	0.56
ENTALPIA....Kcal/Kg	401.91	401.91	-	408.35
FLUJO DE CALOR. $\frac{Kcal}{h}$	1'337,201	1'337,201	-	139,150

OBSERVACIONES:

---



---



---



UNIDAD

LONBARTA , TABASCO

DESCRIPCION

CUADRO DE BALANCE

Caso de operación no.1

PLANTA

Alm. de Amoniaco

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

HOJA

DE

DEPTO.

Proceso

CALCULO

JHR

APROBO

FECHA

Diciembre, 81

3

4

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

Corriente	9	10	11	12
Propiedad				
FUNCIÓN	Descarga de compresor BC-201	Descarga de compresores BC-203/205	Descarga con densador CH-216	Descarga con densadores CH-214/215
FLUJO .....Kg/h	3,030.30	3,030.30	0	6,060.60
FLUJO VOL....m <sup>3</sup> /h	352.40	352.40	-	10.59
DENSIDAD....Kg/m <sup>3</sup>	8.60	8.60	-	572.10
VISCOSIDAD...cp	0.014	0.014	-	0.11
PRESION.....Kg/cm <sup>2</sup> A	17.92	17.92	-	17.92
TEMPERATURA. °C	158.20	158.20	-	44.56
CONDUCTIVIDAD. $\frac{\text{Kcal}}{\text{cm}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°C}}$	0.00036	0.00036	-	0.34
CAPACIDAD CALORIFICA... $\frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} \cdot \text{°C}}$	0.56	0.56	-	1.17
ENTALPIA....Kcal/Kg	468.85	468.85	-	150.84
FLUJO DE CALOR. $\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$	1'420,756	1'420,756	-	913,338

OBSERVACIONES:  

---

---

---



UNIDAD	PLANTA Alm. de Amoniaco	DEPTO. Proceso
LOMBARDA , TABASCO	PROYECTO NO. PAA-1980-001	CALCULO JMR
DESCRIPCION	AREA	APROBO
CUADRO DE BALANCE	HOJA DE	FECHA
Caso de operación no. 1	4 DE 4	Diciembre, 1981

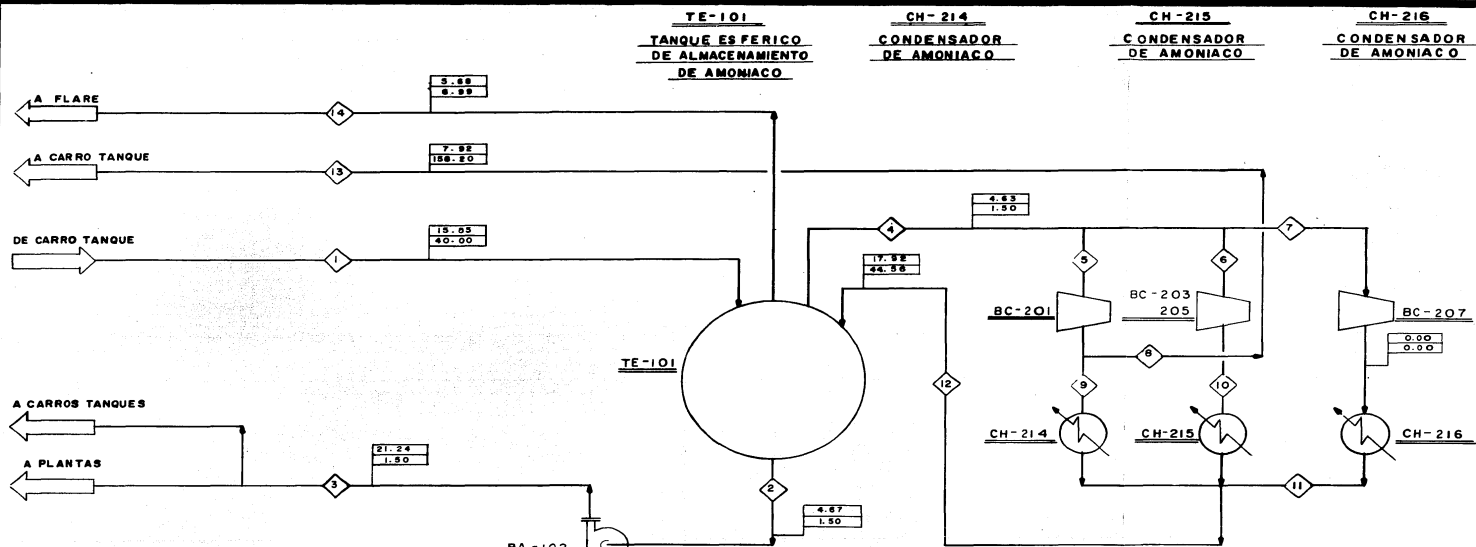
REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

Corriente.	13	14 *
Propiedad		
FUNCIÓN	Retorno a carro tanque.	Amoniaco a quemador MN-401
FLUJO .....K <sub>g</sub> /h	593.62	2,335.50
FLUJO VOL...m <sup>3</sup> /h	69.02	6.74
DENSIDAD....K <sub>g</sub> /m <sup>3</sup>	8.60,	346.60
VISCOSIDAD.. cp	0.014	0.0095
PRESION.....K <sub>g</sub> /cm <sup>2</sup> A	17.92	5.68
TEMPERATURA. °C	158.20	6.99
CONDUCTIVIDAD. $\frac{\text{Kcal}}{\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}}$	0.00036	0.00038
CAPACIDAD CALORIFICA....K <sub>g</sub> °C	0.56	0.49
ENTALPIA ...Kcal/K <sub>g</sub>	468.85	403.27
FLUJO DE CALOR.. $\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$	278,318	741,837

OBSERVACIONES:

\* Sólo considerada en caso de fuego. Fuera de Balance.





**NOTAS**

- 1- CONSIDERADA SOLAMENTE EN CASO DE FUEGO (FUERA DE BALANCE)
- 2- SE REQUIEREN 8 CARROS TANQUE DE 35 M<sup>3</sup> ALODIA CONSIDERANDO 16 hrs DE OPERACION DIARIA CON UN TIEMPO MUERTO MAXIMO DE 1 hr 25 min.

**BA-102/104**  
BOMBA DE TRANSFERENCIA DE AMONIACO Y RELEVO

**BC-201**  
COMPRESOR DE AMONIACO  
No. 1

**BC-203/205**  
COMPRESOR DE AMONIACO  
No. 2

**BC-207**  
COMPRESOR DE HOLDING DE AMONIACO

PROPIEDAD	CORRIENTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	VER NOTA 14
FLUJO	KG/hr	40.000	7.000	7.000	7.259.06	3.629.53	3.629.53	0	340.98	3.288.55	3.288.55	0	6.577.10	681.96	2 335.50



FIRMA DE INGENIERIA

PLANOS DE REFERENCIA

Fecha

REV

REVISION

Aprobo



FACULTAD DE QUIMICA

**FACULTAD DE QUIMICA**

**BALANCE DE MATERIA**

**CASO DE OPERACION No.2**

Dibujo JRN

FECHA

ESCALA: SIN

ACOT: ---

Reviso JMR

FECHA

PROYECTO PAA-1980-001

No. PAA-002-000-P A

UNIDAD	PLANTA	DEPTO.
LOMBARDA TABASCO	Aim. de Amoniaco	Proceso
DESCRIPCION	PROYECTO NO.	CALCULO
CUADRO DE BALANCE	PAA-1980-001	JMR
Caro de operaci3n no.2	AREA	APROBO
	HOJA DE	FECHA
	1 DE 4	Diciembre, 81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

Corriente	1	2	3	4
Propiedad				
FUNCION	Amoniaco de carro tanque	Amoniaco a bombas BA-102/104	Amoniaco a Plantas	Amoniaco a compresores
FLUJO .....Kz/h	40,000	7,000	7,000	7,259.06
FLUJO VOL...m <sup>3</sup> /h	69.03	11.00	11.00	937.4
DENSIDAD....Kz/m <sup>3</sup>	579.50	636.50	636.50	3.639
VISCOSIDAD..cp	0.114	0.163	0.163	0.009
PRESION.....Kz/cm <sup>2</sup>	15.85	4.67	21.24	4.63
TEMPERATURA.°C	40.00	1.50	1.50	1.50
CONDUCTIVIDAD. $\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}}$	0.35	0.43	0.43	0.00019
CAPACIDAD CALORIFICA... $\frac{\text{Kcal}}{\text{K} \cdot ^\circ\text{C}}$	1.16	1.10	1.10	0.49
ENTALPIA....Kcal/Kz	145.52	101.65	101.65	401.91
FLUJO DE CALOR. $\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$	5'280,000	711,550	711,550	2'917,489

OBSERVACIONES:

---



---



---



UNIDAD	PLANTA	DEPTO.
LOMBARDA , TABASCO	Alm. de Amoniaco	Proceso
DESCRIPCION	PROYECTO NO.	CALCULO
	PAI-1980-001	JMR
CUADRO DE BALANCE	AREA	APROBO
Card de operación no. 2	HOJA DE	FECHA
	2 4	Diciembre, 81

REV.	DISEÑADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

Corriente	5	6	7	8
Propiedad				
FUNCION	Amoniaco a Compresor BC-201	Amoniaco a Compresores BC-203/205	Amoniaco a Compresor de Holding BC-207	Retorno a Carro tanque de BC-201
FLUJO ....K <sub>r</sub> /h	3,629.53	3,629.53	0	340.98
FLUJO VOL...m <sup>3</sup> /h	498.70	498.70	-	39.65
DENSIDAD...K <sub>r</sub> /m <sup>3</sup>	3.639	3.639	-	8.60
VISCOSIDAD...cp	0.009	0.009	-	0.014
PRESION.....K <sub>r</sub> /cm <sup>2</sup>	4.63	4.63	-	17.92
TEMPERATURA.°C	1.50	1.50	-	158.20
CONDUCTIVIDAD... $\frac{\text{Kcal}}{\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{°C}}$	0.00019	0.00019	-	0.00036
CAPACIDAD CALORIFICA... $\frac{\text{Kcal}}{\text{K} \cdot \text{°C}}$	0.49	0.49	-	0.56
ENTALPIA....Kcal/K <sub>r</sub>	401.91	401.91	-	468.85
FLUJO DE CALOR... $\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$	1'458,744	1'458,745	-	159,868

OBSERVACIONES:

---

---

---



UNIDAD

LOMBARDA , TABASCO

DESCRIPCION

CUADRO DE BALANCE

Caso de operación no. 2

PLANTA

Alm. de Amoniaco

PROYECTO NO.

PAA-1782-201

AREA

HOJA

DE

3

DEPTO.

Proceso

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

Diciembre, 81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

Corriente	9	10	11	12
Propiedad				
FUNCION	Descarga de Compresor BC-201	Descarga de Compresores BC-203/205	Descarga de Condensador. CH-216	Descarga de Condensador CH-214/215
FLUJO .....K <sub>r</sub> /h	3,288.55	3,288.55	0	6,577.10
FLUJO VOL...m <sup>3</sup> /h	382.40	382.40	-	11.50
DENSIDAD....K <sub>r</sub> /m <sup>3</sup>	8.60	8.60	-	572.10
VISCOSIDAD...cp	0.014	0.014	-	0.11
PRESION.....K <sub>r</sub> /cm <sup>2</sup>	17.92	17.92	-	17.92
TEMPERATURA.°C	158.20	158.20	-	44.56
CONDUCTIVIDAD. $\frac{\text{Kcal}}{\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}}$	0.00036	0.00036	-	0.43
CAPACIDAD CALORIFICA... $\frac{\text{Kcal}}{\text{K} \cdot ^\circ\text{C}}$	0.56	0.56	-	1.17
ENTALPIA....Kcal/K <sub>r</sub>	468.85	468.85	-	150.84
FLUJO DE CALOR. $\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$	1'541,837	1'541,837	-	992,090

OBSERVACIONES:

---

---

---



UNIDAD	PLANTA	DEPTO.
LOMBARDA , TABASCO	Alm. de Amoniaco	Proceso
DESCRIPCION	PROYECTO NO.	CALCULO
CUADRO DE BALANCE	PAA-1980-001	JHR
Caso de operación no. 2	AREA	APROBO
	HOJA	DE
	4	4
		FECHA
		Diciembre, 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

Corriente	13	14 *
Propiedad		
FUNCION	Retorno a carros tanque.	Amoniaco a quemador MN-401
FLUJO .....K <sub>r</sub> /h	681.96	2,335.50
FLUJO VOL...m <sup>3</sup> /h	79.30	6.74
DENSIDAD...K <sub>r</sub> /m <sup>3</sup>	8.60	346.60
VISCOSIDAD.. cp	0.014	0.0095
PRESION.....K <sub>r</sub> /cm <sup>2</sup> A	17.72	5.68
TEMPERATURA. °C	158.20	6.99
CONDUCTIVIDAD. $\frac{\text{Kcal}}{\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}}$	0.00036	0.00038
CAPACIDAD CALORIFICA... $\frac{\text{Kcal}}{\text{K} \cdot ^\circ\text{C}}$	0.56	0.49
ENTALPIA ....Kcal/K <sub>r</sub>	403.85	403.27
FLUJO DE CALOR.. $\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$	319,737	941,837

OBSERVACIONES:

\* Sólomente considerada en caso de fuego. Fuera de Balance.

---



---



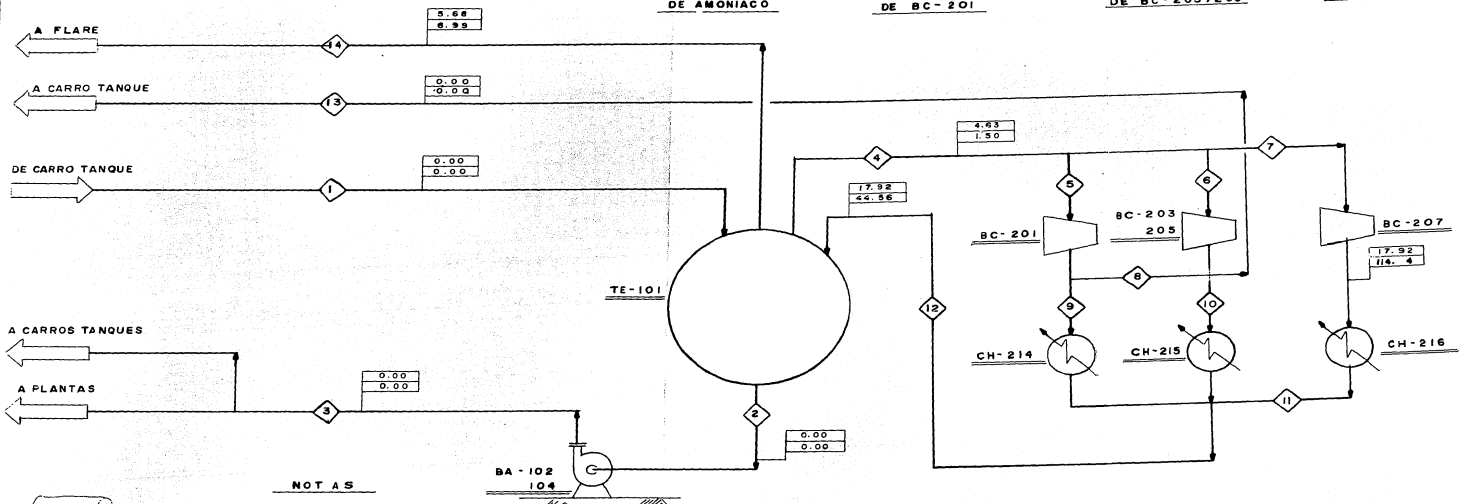
---

TE-101  
 TANQUE ESFERICO  
 DE ALMACENAMIENTO  
 DE AMONIACO

CH-214  
 CONDENSADOR  
 DE AMONIACO  
 DE BC-201

CH-215  
 CONDENSADOR  
 DE AMONIACO  
 DE BC-203/205

CH-216  
 CONDENSADOR  
 DE AMONIACO  
 DE BC-201



NOTAS

- 1- CONSIDERADA SOLAMENTE EN CASO DE FUEGO (FUERA DE BALANCE)
- 2- APLICABLE EN PARO DE PLANTAS

BA-102/104  
 BOMBA DE TRANSFERENCIA  
 DE AMONIACO Y RELEVO

BC-201  
 COMPRESOR  
 DE AMONIACO  
 No. 1

BC-203/205  
 COMPRESOR  
 DE AMONIACO  
 No. 2

BC-207  
 COMPRESOR DE HOLDING  
 DE AMONIACO

PROPIEDAD	CORRIENTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	VER NISTA	14
FLUJO	KG/hr	0	0	0	149.5	0	0	149.50	0	0	0	149.5	149.5	0		2.335 %



FIRMA DE INGENIERIA

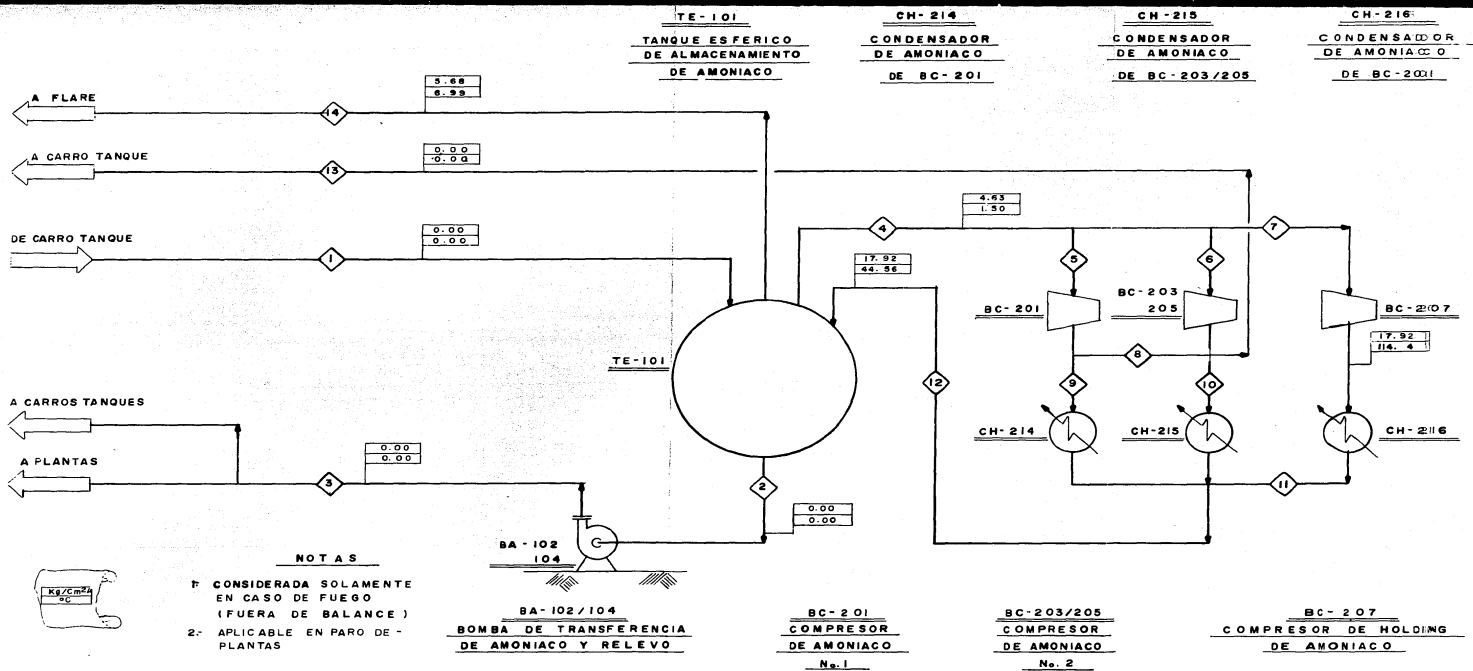
PLANOS DE REFERENCIA      Fecha      REV      REVISION      Aprobó



FACULTAD DE QUIMICA

FACULTAD DE QUIMICA  
 BALANCE DE MATERIA  
 CASO DE OPERACION N.3

Dibujo: JRN      FECHA:      ESCALA: SIN ACOT:  
 Reviso: JNR      FECHA:      No. PAA-003-000-P A  
 PROYECTO: PAA-1980-001



PROPIEDAD	CORRIENTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	VER NOTA 14
FLUJO	KG/hr	0	0	0	149.5	0	0	149.50	0	0	0	149.5	149.5	0	2,335.5

	PLANOS DE REFERENCIA	Fecha	REV	REVISION	Aprobo

**FACULTAD DE QUIMICA**  
**BALANCE DE MATERIA**  
**CASO DE OPERACION N.º 3**

Dibujo: JRN      FECHA: \_\_\_\_\_  
 Reviso: JMR      FECHA: \_\_\_\_\_

PROYECTO PAA-1980-001      No. PAA-003-000-P A

FIRMA DE INGENIERIA



UNIDAD	LOMBARDA , TABASCO	PLANTA	Alm. de Amoniaco	DEPTO.	Proceso
DESCRIPCION	CUADRO DE BALANCE	PROYECTO NO.	FAA-1780-001	CALCULO	JMR
	Capo de operación no. 3	AREA	-----	APHOSO	
		HOJA	DE	FECHA	Diciembre, 81
			1	4	

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

Corriente Propiedad	1	2	3	4
FUNCIÓN	Amoniaco de carro tanque	Amoniaco a Bombas BA-102/104	Amoniaco a Plantas	Amoniaco a Compresores
FLUJO .....K $\pi$ /h	0	0	0	149.50
FLUJO VOL....m <sup>3</sup> /h	-	-	-	41.08
DENSIDAD....K $\pi$ /m <sup>3</sup>	-	-	-	3.639
VISCOSIDAD...cp	-	-	-	0.009
PRESION.....K $\pi$ /cm <sup>2</sup>	-	-	-	4.63
TEMPERATURA.°C	-	-	-	1.50
CONDUCTIVIDAD. $\frac{Kcal}{m \cdot h \cdot ^\circ C}$	-	-	-	0.00019
CAPACIDAD CALORIFICA... $\frac{Kcal}{K \cdot ^\circ C}$	-	-	-	0.49
ENTALPIA....Kcal/K $\pi$	-	-	-	401.91
FLUJO DE CALOR. $\frac{Kcal}{h}$	-	-	-	60,086

OBSERVACIONES:

---

---

---





UNIDAD

LOMBARDA , TABASCO

DESCRIPCION

CUADRO DE BALANCE

Caso de operación no. 3

PLANTA

Alm. de Amoniaco

DEPTO.

Proceso

PROYECTO NO.

PAA-1982-001

CALCULO

JMR

AREA

APROBO

HOJA

DE

FECHA

2

4

Diciembre, 81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

Corriente Propiedad	5	6	7	8
FUNCIÓN	Amoniaco a Compresor BC-201	Amoniaco a Compresores BC-203/205	Amoniaco a Compresor de Holding BC-207	Retorno a ca- rro tanque de BC-201
FLUJO .....K <sub>g</sub> /h	0	0	149.50	0
FLUJO VOL...m <sup>3</sup> /h	-	-	41.08	-
DENSIDAD....K <sub>g</sub> /m <sup>3</sup>	-	-	3.639	-
VISCOSIDAD..cp	-	-	0.009	-
PRESION.....K <sub>g</sub> /cm <sup>2</sup>	-	-	4.63	-
TEMPERATURA.°C	-	-	1.50	-
CONDUCTIVIDAD $\frac{\text{Kcal}}{\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{C}^{\circ}}$	-	-	0.00019	-
CAPACIDAD CALORIFICA... $\frac{\text{Kcal}}{\text{kg} \cdot \text{C}^{\circ}}$	-	-	0.49	-
ENTALPIA....Kcal/K <sub>g</sub>	-	-	401.71	-
FLUJO DE CALOR. $\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$	-	-	60,086	-

OBSERVACIONES:

---



---



---



UNIDAD

LOMBARDA , TABASGO

DESCRIPCION

CUADRO DE BALANCE

Caso de operación no. 3

PLANTA

Alm. de Amoniaco

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

HOJA

DE

3

4

DEPTO.

Proceso

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

Diciembre, 81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

Corriente	9	10	11	12
Propiedad				
FUNCION	Descarga de compresor BC-201	Descarga de compresores BC-203/205	Descarga de condensador CH-216	Descarga de condensadores CH-214/215
FLUJO .....Kg/h	0	0	149.50	149.50
FLUJO VOL....m <sup>3</sup> /h	-	-	0.26	0.26
DENSIDAD....Kg/m <sup>3</sup>	-	-	572.10	572.10
VISCOSIDAD...cp	-	-	0.11	0.11
PRESION.....Kg/cm <sup>2</sup>	-	-	17.92	17.92
TEMPERATURA. °C	-	-	44.56	44.56
CONDUCTIVIDAD. $\frac{\text{Kcal}}{\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{C}}$	-	-	0.34	0.34
CAPACIDAD CALORIFICA... $\frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} \cdot \text{C}}$			1.17	1.17
ENTALPIA....Kcal/Kg			150.84	150.84
FLUJO DE CALOR. $\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$			22,551	22,551

OBSERVACIONES:

---

---

---



UNIDAD	PLANTA Alm. de Amoniac.	DEPTO. Proceso
LOMBARTA , TABASCO	PROYECTO NO. PAA-1980-001	CALCULO JMR
DESCRIPCION	AREA	APROBO
CUADRO DE BALANCE	HOJA 4 DE 4	FECHA Diciembre, 1981
Caso de operación no. 3		

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

Corriente	13	14 *
Propiedad		
FUNCION	Retorno a carros tanque	Amoniacos a quemador MN-401
FLUJO .....K#/h	0	2,335.50
FLUJO VOL...m <sup>3</sup> /h	-	6.74
DENSIDAD....K#/m <sup>3</sup>	-	316.60
VISCOSIDAD.. cp	-	0.0095
PRESION.....K#/cm <sup>2</sup> A	-	5.68
TEMPERATURA. °C	-	6.99
CONDUCTIVIDAD. $\frac{\text{Kcal}}{\text{cm} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}}$	-	0.0038
CAPACIDAD CALORIFICA.... $\frac{\text{Kcal}}{\text{K} \cdot ^\circ\text{C}}$	-	0.47
ENTALPIA ....Kcal/Kg	-	403.27
FLUJO DE CALOR... $\frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$	-	741.837

OBSERVACIONES:

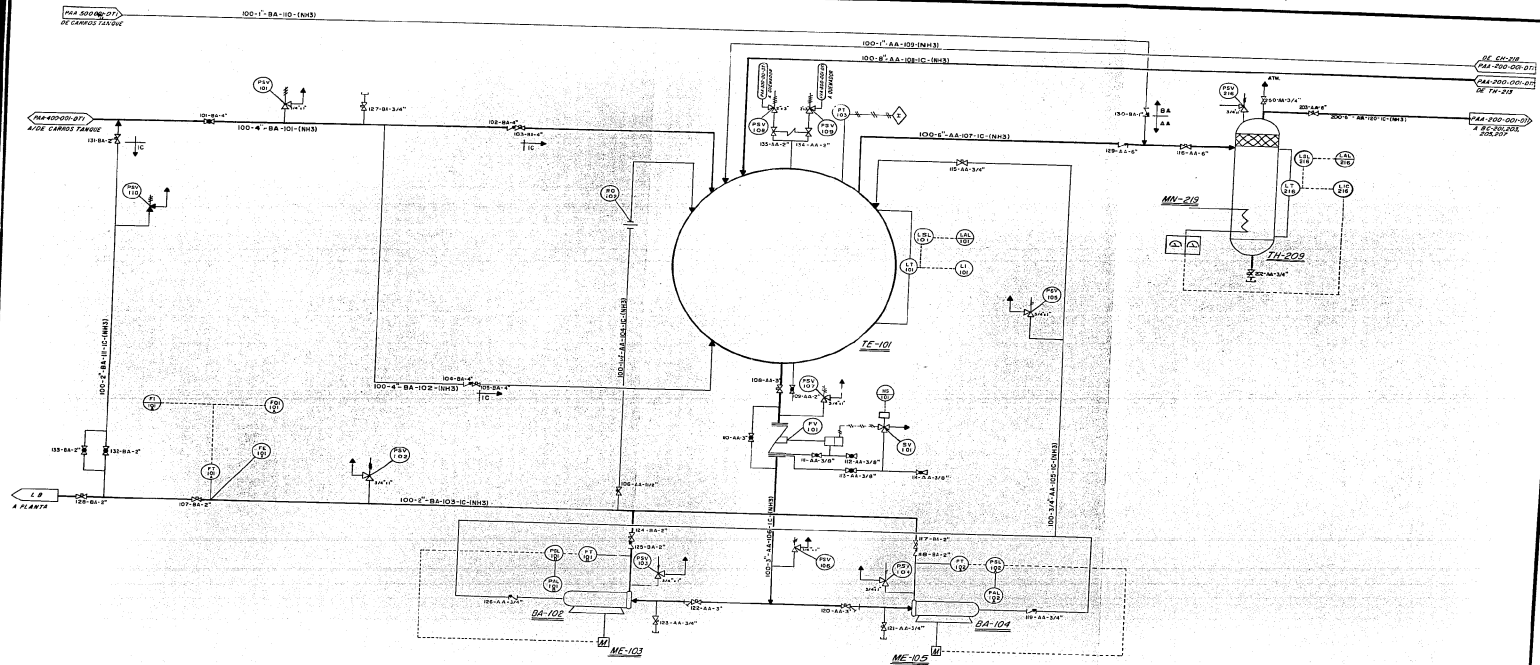
\* Sólomente consideralo en caso de tener fuera de Balance

## SUMARIO DE SERVICIOS

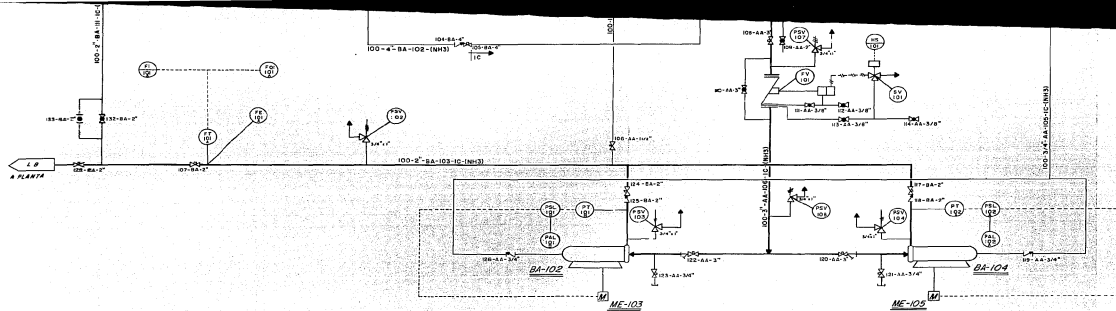
1) FLUIDO ELECTRICO	4160 v/30/60 H . . . . .	1,022.50 Kwatt.
	440 v/30/60 H . . . . .	71.70 Kwatt.
2) AGUA DE ENFRIAMIENTO	Caso I . . . . .	282.30 Ton/hr.
	Casos II y III . . . . .	298.76 Ton/hr.
3) CONDENSADO DE VAPOR	. . . . .	8.17 Ton/hr.
4) NITROBENO (CASO I)	. . . . .	0.52 Ton/hr.

5) No se consideran servicios a cuarto de control.

**C.7 - DIAGRAMAS DE TUBERIAS  
E INSTRUMENTACION**



NOTAS:  
 ◊ ARRANQUE Y PARO DE COMPRESORES



NOTAS:  
 ◊ ARRANQUE Y PARO DE COMPRESORES



FIMA DE QUIMICA

PLANOS DE REFERENCIA .

Fecha. REV.

REVISION .

Aprobo.



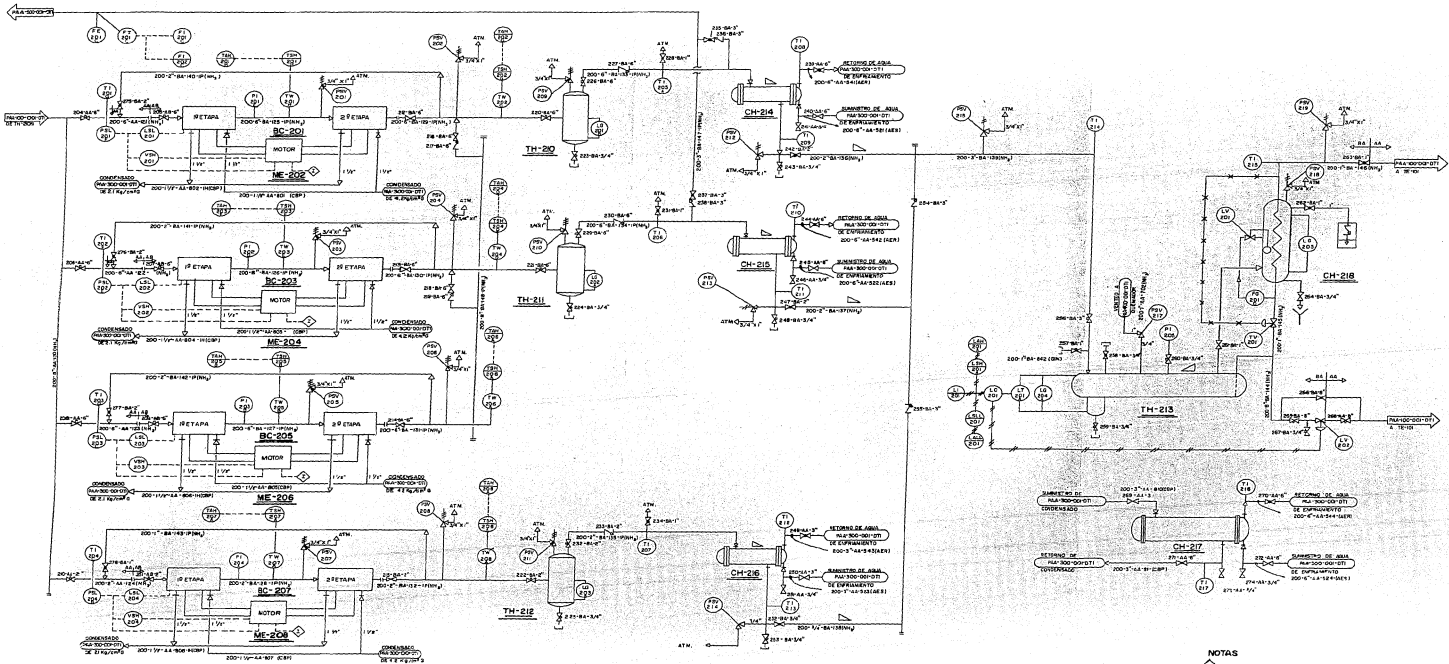
FACULTAD DE QUIMICA

FACULTAD DE QUIMICA

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION .  
 SECCION ALMACENAMIENTO

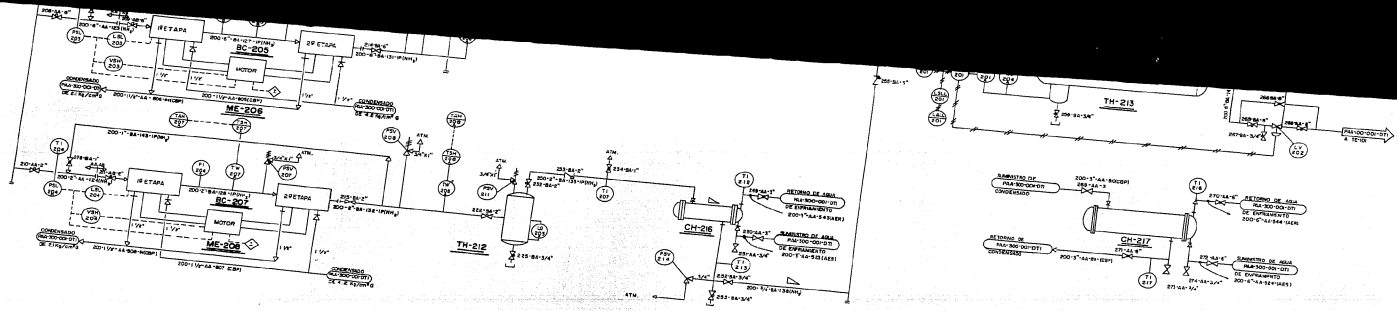
Dibujo:	FXC.	FECHA:	Escala:	sin	Acot:	
Reviso:	JMR	FECHA:				
Proyecto:	PAA-1980-001					A

PAA - 100 - 001 - DTI



NOTAS  
 ARRANQUE Y PRUEBA DE COMPRESORES

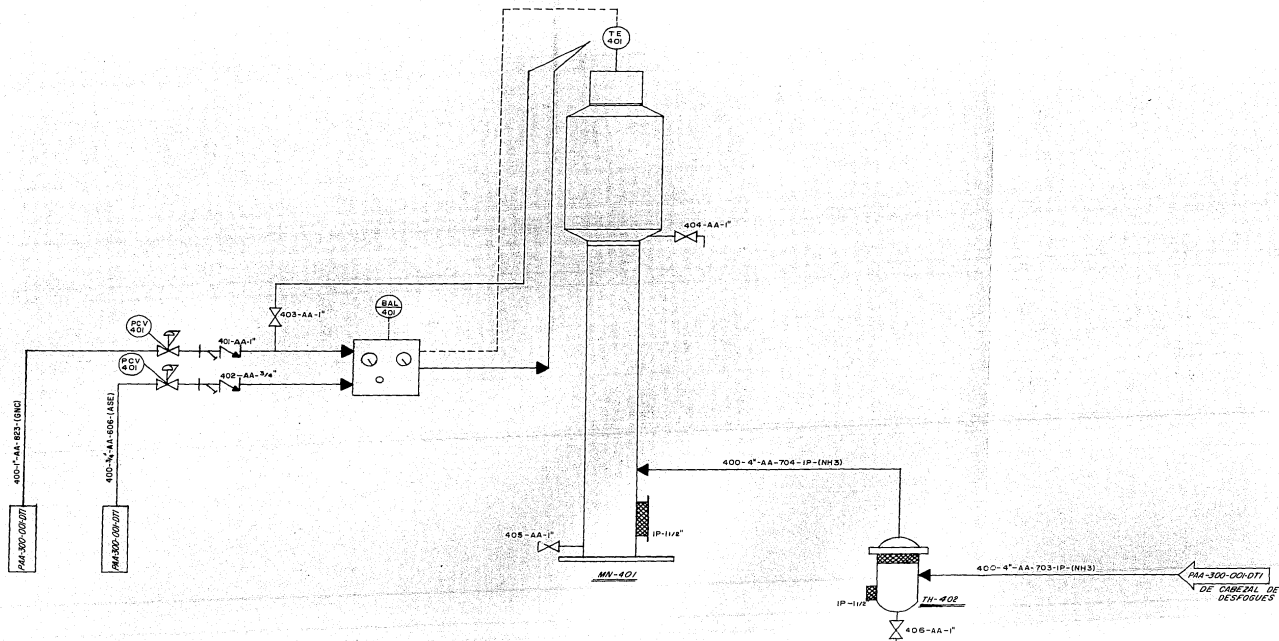




NOTAS  
 ARRANQUE Y PARO DE COMPRESORES

	PLANO DE REFERENCIA	FECHA	REV	REVISION	Aprobado

**Fo**  
 FACULTAD DE QUIMICA  
 DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION  
 SECCION: COMPRESION / CONDENSACION  
 DIBUJO: C. F. J. J. S. M.  
 TITULO: INSTRUMENTACION  
 PROYECTO: PA-200-001-001  
 PA-200-001-001



**A**

FIRMA DE INGENIERIA

PLANOS DE REFERENCIA

FECHA

REV

REVISION

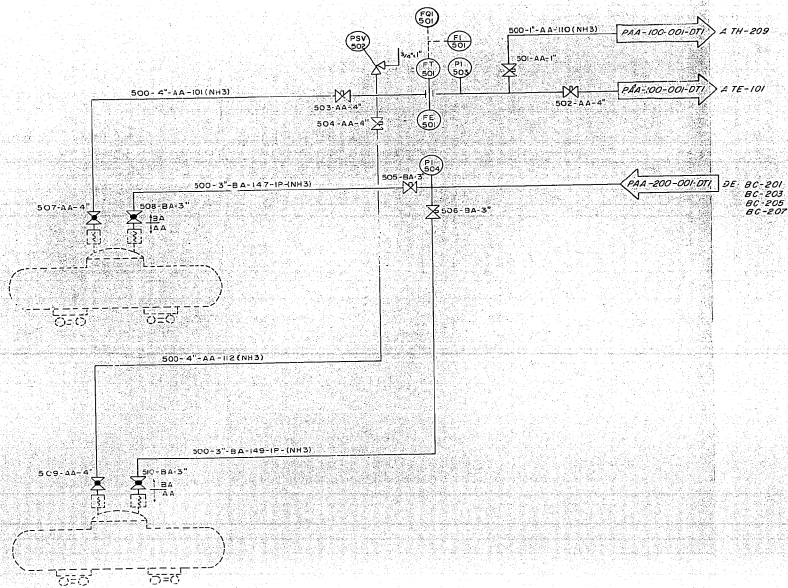
Aprobo

**Fo**  
FACULTAD DE QUIMICA

FACULTAD DE QUIMICA

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION. QUEMADOR ELEVADO

Dibjo	C. F. X.	FECHA	ESCALA	SIN	ACOT	
Revista		FECHA				
PROYECTO	PAA-1980-001		PAA-400-001-DT			A



**Fi**

FIRMA DE INGENIERIA

PLANOS DE REFERENCIA

FECHA

REV

REVISION

Aprobo

**Fo**

FACULTAD DE QUIMICA

FACULTAD DE QUIMICA

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION.ZONA DE DESCARGADERAS

Dibujo	C F X	FECHA	ESCALA	SIM.	ACOT.
Reviso		FECHA			
PROYECTO	PAA-1980-O.OI		PAA-500-O.OI-DTI		A

**c.8 - ESPECIFICACION PRELIMINAR  
DE EQUIPOS DE PROCESO**

**C.B - ESPECIFICACION PRELIMINAR  
DE EQUIPOS DE PROCESO**







HOJA DE DATOS PARA BOMBA CENTRIFUGA

Alm. de Amoniaco	Proceso
PROYECTO NO. PAA-1980-001	CALCULO
AREA	JMR
HOJA 100	APROBO
DE	FECHA
	enero, 1980

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

cliente Facultad de Quimica  
 lugar Lombardia, Tabasco  
 servicio Bomba de Transferencia de Amoniaco  
 unidad motriz: motor si  
 turbina no

e.p. BA-102/104 cantidad 100  
 unidad: Almacenamiento de Amoniaco  
 fabricante:    
 tamaño y tipo /enlatada heris.  
 se debe seguir el estandar API 610 20

CONDICIONES DE OPERACION DE CADA BOMBA		FUNCIONAMIENTO	
líquido <u>Amoniaco</u>	Líquido	u.s.gpm.A.T.B.nor. <u>18.4</u>	dia. <u>58.28</u>
temp. bombeo (°F) <u>34.7</u>	pres. desc. (psig) <u>287.35</u>	curva propuesta n°	npsH req. (agua) ft.
dens. rel. A.T.B. <u>0.6365</u>	pres. succ. (psig) <u>51.2</u>	n° de pasos	rpm
pres. vapor A.T.B. (psia) <u>65.99</u>	pres. dif. (psi) <u>235.59</u>	ef. dia.	bhp
visc. A.T.B. (cp) <u>0.163</u>	col. dif. (ft.) <u>855</u>	bhp.max. dia. imp.	
corr./eros. causado por <u>mismo fluido manejado</u>	npsH disp. (ft.) <u>1.7</u>	col. max. dia. imp. ft	
MATERIALES Y CONSTRUCCION		gpm. min. continuo	rotación visto desde cople
montaje carcasa (l.centros) (pie) (soporte) (vertical)	división (axial) (radial x)	agua de enfriamiento	n°
tipo (voluta sencilla) (doble voluta)	(difusor x)	baleros	
conex. (venteo x) (drenaje x) (man.)		estopero	
boquillas diámetro clasif. ASA cara posición		pedestal	
succión 3" 150# R.F. Horizontal			
descarga 2" 150# R.F. Vertical		agua total req. (gpm)	
diam. impulsor: diseño max. tipo		enfto. del empaque	
num. de fab. de baleros radial axial		lubricación mismo fluido	
cople y guarda fab. mitad cople motor montado por		Piano de lubricación n°	
empaque fab. y tipo tam. n° de anillos		TUBERIA AUXILIAR POR EL FAB.	
sello mecánico fab y tipo código clase		agua de enfto. tubing tubería	
para bomba vert. empuje flecha (hacia arriba) (hacia abajo)		lavado del sello tubing tubería	
base tipo drip-rim de acero estructural			

CLAVE DE MATLS.: carcasa		Partes interiores				
I fierro fundido	clase interiores	I	B	S	C	X
B bronce	impulsor	I	B	S	C	X
S acero	partes int. cuerpo	I	I	S	C	X
C 11-13% cromo	manga (empaquet)	CH	CH	A	F	A
A aleación	manga (sello)	C	C	C	C	X
H endurecido	part. de desgaste	I	B	CH	CH	X
F recubierto	flecha	S	S	S	S	X
X = Ac. Inox						

pruebas tall.	requerida	testiguada
comp. trab	si	no
npsH	si	si
inspección		si
hidrostatica	si	psig 500
max. pres. trab. permia.	psig	°F
pesos: bomba	base	
motor	turbina	

MOTOR POR	Proveedor Bba	TURBINA POR	
clave. l. montado por	PROY.	clave. montado por	
hp. rpm. armazón		hp. rpm. matl.	
fab. y tipo		fab. y tipo	
tipo IJA	aisl.	vap. ent. (psig)	temp. °F
encapsulado	sum. temp. °C	escape (psig)	agua (gpm)
volts/fases/ciclos 440/3/60	cons. vap.	baleros	lub. lb/bhp/hr
baleros	lub. fluido	boq. diam.	clasif. asa cara posc.
amps. a plena carga			

DATOS FINALES DEL FAB	
diametro actual de imp.	
curva de prueba n°	
dib. dimensional n°	
dib. secc. bomba n°	
dib. secc. sello n°	
n° de serie bomba	
tolerancia entre anillos	
embarcar (sellos mec.) (empaquet)	
<input type="checkbox"/> instalados	<input type="checkbox"/> separados

observaciones 1.-Tar ME-103/105



UNIDAD	PLANTA	DEPTO.
Lombarda, Tabasco	Aim. de Amoniaco	Proceso
DESCRIPCION	PROYECTO NO.	CALCULO
HOJA DE DATOS PARA COMPRESORES	PAA-1982-001	JMR
	AREA	APROBO
	200	
	HOJA DE	FECHA
		enero, 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

CLIENTE	Facultad de Química	E.P.	BC-201/203/205	CANTIDAD	Tres
LUGAR	Lombarda, Tabasco	UNIDAD	Almacenamiento de amoniaco		
SERVICIO	Compresores de Amoniaco	FABRICANTE			
COMPRESOR TIPO	Reciprocante	RFM: MAX.		DISEÑO	MIN.
UNIDAD MOTRIZ TIPO	Motor Eléctrico	FOT. NOMINAL (HP)	@	HPN POR	<input type="checkbox"/> COMP. <input checked="" type="checkbox"/> FAZ.

CONDICIONES NOMINALES DE OPERACION (CADA MAQUINA)

PARTIDA NO./SERVICIO	CONDICIONES NOMINALES DE OPERACION (CADA MAQUINA)		NORMAS APLICABLES
ETAPA (total 2)	1	2	<input checked="" type="checkbox"/> API 618 Si
GAS MANEJADO	Amoniaco		<input type="checkbox"/> API 615
CORROSION POR	Mismo Fluido		<input type="checkbox"/>
HUMEDAD RELATIVA	Saturado		ACCESORIOS
PESO MOL. A LA SUC.	17.93	17.93	EL FABRICANTE DEBERA SUMINISTRAR
CP/CV A LA SUC.	1.31	1.31	<input checked="" type="checkbox"/> COMPUERTAS
CP/CV A LA DESC.	1.31	1.31	<input checked="" type="checkbox"/> TUBERIA DE INTERCONEXION ENTRE ETAPAS
TEMP DE SUCCION (°F)	34.7	127.6	<input type="checkbox"/> INTER-ENFRIADORES
PRES. DE SUC. (PSIA)	65.8	143.5	<input type="checkbox"/> SEPARADORES DE HUMEDAD CON TRAMPAS POR SEPARADO
TEMP. DE DESC. (°F)	127.6	238	<input type="checkbox"/> POST-ENFRIADORES
PRES. DE DESC. (PSIA)	143.5	283.2	<input checked="" type="checkbox"/> TUBERIA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO CON CAPEZAL DE ENT. Y SALIDA SIMPLES
"Z" A LA SUC.	0.37	0.37	<input checked="" type="checkbox"/> TABLERO DE INSTRUMENTOS
"Z" A LA DESC.	0.37	0.37	<input checked="" type="checkbox"/> INDICADORES DE FLUJO
CAPACIDAD NOMINAL			<input type="checkbox"/> TUB. INTERCONEXION SERV. AUX.
LB/HR (HUMEDO)	3,772.5	3,772.5	<input type="checkbox"/> TANQUE RECIPIOR
CFM A LA ENTRADA (CORREGIDO)	646	311.5	PESO NETO DE LA UNIDAD INCLUYENDO U. MOTRIZ Y BASE (LB)
NIMSCFD	4.37	4.37	PESO DE MONTAJE (LB)
POTENCIA AL FRENO POR ETAPA (BHP)	213.9	243.15	PESO DE MANT. (LB)
POTENCIA AL FRENO NORMAL (BHP)	457.06		ESPACIO DISP. (L x A x AL)
CAPACIDAD NOMINAL (Por proveedor)			ESPACIO PARA DESM. VASTAGOS
LB/HR (HUMEDO)			
CFM A LA ENTRADA (CORREGIDO)			
NIMSCFD			
POTENCIA AL FRENO POR ETAPA (BHP)			
POTENCIA AL FRENO MAX. (GARANTIZADA)			

CONTROL DE CAPACIDAD a 75%, 50% y 100% (por proveedor)

PARA PERMITIR OPERAR A UNA CAPACIDAD A LA ENTRADA DE (CFM)	EL CONTROL DE CARGA SE EFECTUARA POR:
BOLSAS/VALVULAS ABIERTAS	<input type="checkbox"/> VEL. VARIABLE AL _____% NOMINAL
PRES. DE ENTRADA (PSIA)	<input type="checkbox"/> DERIVACION
PRES. DE DESCARGA (PSIA)	<input checked="" type="checkbox"/> CONTROL AUTOMATICO DEL FAB.
TEMP. DE DESCARGA (°F)	<input checked="" type="checkbox"/> ARRANQUE Y PARO <input type="checkbox"/> 2 PASOS
POTENCIA AL FRENO POR ETAPA (BHP)	<input checked="" type="checkbox"/> 3 PASOS <input type="checkbox"/> 5 PASOS
POTENCIA AL FRENO TOTAL	<input type="checkbox"/> PILOTO A PRESION RECOMENDADA
PARA PERMITIR OPERAR A UNA CAPACIDAD A LA ENTRADA DE (CFM)	<input type="checkbox"/> PILOTO POR INSTRUMENTO DEL COM-PRADOR CON _____ PSIG SEÑAL DE AIRE
BOLSAS/VALVULAS ABIERTAS	<input checked="" type="checkbox"/> BOLSAS DE CLARO
PRES. DE ENTRADA (PSIA)	<input type="checkbox"/> FIJAS <input type="checkbox"/> VARIABLES
PRES. DE DESCARGA (PSIA)	<input type="checkbox"/> MANUAL <input checked="" type="checkbox"/> AUTOMATICO
TEMP. DE DESCARGA (°F)	<input type="checkbox"/> VALVULA DE DESC. A LA SUCCION
POTENCIA AL FRENO POR ETAPA (BHP)	<input type="checkbox"/> MANUAL <input type="checkbox"/> AUTOMATICO
POTENCIA AL FRENO TOTAL	<input type="checkbox"/> A FALLA DE SEÑAL EL COMP. CESTRA
	<input checked="" type="checkbox"/> DESCARGAR <input type="checkbox"/> CARGAR



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

HOJA DE DATOS PARA COMPRESORES

PLANTA

Alm. de Amoniaco

DEPTO.

Proceso

PROYECTO NO.

PAA-1980-201

CALCULO

JMR

AREA

200

APROBO

HOJA

DE

FECHA

enero, 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

CLIENTE Facultad de QuímicaE.P. BC-207CANTIDAD unoLUGAR Lombarda, TabascoUNIDAD Almacenamiento de AmoniacoSERVICIO Compresor de Holding de amoniaco

FABRICANTE

COMPRESOR: TIPO Reciprocante

RPM: MAX.

DISEÑO

MIN.

UNIDAD MOTRIZ: TIPO Motor Eléctrico

POT. NOMINAL (HP)

@

RPM POR

 COMP.  FAE.

## CONDICIONES NOMINALES DE OPERACION (CADA MAQUINA)

PARTIDA NO. / SERVICIO	CONDICIONES NOMINALES DE OPERACION (CADA MAQUINA)		NORMAS APLICABLES
ETAPA (total 2)	1	2	<input checked="" type="checkbox"/> API 618 <u>si</u>
GAS MANEJADO	<u>Amoniaco</u>		<input type="checkbox"/> API 615
CORROSION POR	<u>Mismo Fluido</u>		<input type="checkbox"/>
HUMEDAD RELATIVA	<u>Saturado</u>		<b>ACCESORIOS</b>
PESO MOL. A LA SUC.	<u>17.03</u>	<u>17.03</u>	<b>EL FABRICANTE DEBERA SUMINISTRAR</b>
CF/CV A LA SUC.	<u>1.31</u>	<u>1.31</u>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>COMPUERTAS</b>
CF/CV A LA DESC.	<u>1.31</u>	<u>1.31</u>	<input type="checkbox"/> TUBERIA DE INTERCONEXION ENTRE ETAPAS
TEMP. DE SUCCION (°F)	<u>34.7</u>	<u>127.6</u>	<input type="checkbox"/> INTER-ENFRIADORES
PRES. DE SUC. (PSIA)	<u>65.8</u>	<u>143.5</u>	<input type="checkbox"/> SEPARADORES DE HUMEDAD CON TRAMPAS POR SEPARADO
TEMP. DE DESC. (°F)	<u>127.6</u>	<u>238</u>	<input type="checkbox"/> POST-ENFRIADORES
PRES. DE DESC. (PSIA)	<u>143.5</u>	<u>293.2</u>	<input checked="" type="checkbox"/> TUBERIA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO
"z" A LA SUC.	<u>0.97</u>	<u>0.97</u>	<input type="checkbox"/> CCH CABEZAL DE ENT. Y SALIDA SIMPLES
"z" A LA DESC.	<u>0.97</u>	<u>0.97</u>	<input checked="" type="checkbox"/> TABLERO DE INSTRUMENTOS
CAPACIDAD NOMINAL	(por proveedor)		<input checked="" type="checkbox"/> INDICADORES DE FLUJO
LB/HR (HUMEDO)	<u>362.3</u>	<u>362.3</u>	<input type="checkbox"/> TUB. INTERCONEXION SERV. AUX.
CFM A LA ENTRADA (CORREGIDO)	<u>26.53</u>	<u>18.09</u>	<input type="checkbox"/> TANQUE RECIDOR
NIMSCFD	<u>0.18</u>	<u>0.225</u>	PESO NETO DE LA UNIDAD INCLUYENDO U. MOTRIZ Y BASE (LB)
POTENCIA AL FRENO POR ETAPA (BHP)	<u>7.58</u>	<u>10.78</u>	PESO DE MONTAJE (LB)
POTENCIA AL FRENO NOMINAL (BHP)	<u>18.36</u>		PESO DE MANT. (LB)
CAPACIDAD NOMINAL	(por proveedor)		ESPACIO DISP. (L x A x AL)
LB/HR (HUMEDO)	(por proveedor)		ESPACIO PARA DESM. VASTAGOS
CFM A LA ENTRADA (CORREGIDO)	(por proveedor)		
NIMSCFD POR CFM	(por proveedor)		
POTENCIA AL FRENO POR ETAPA (BHP)	(por proveedor)		
POTENCIA AL FRENO MAX. (GARANTIZADA)	(por proveedor)		

## CONTROL DE CAPACIDAD a 100% (por proveedor)

PARA PERMITIR OPERAR A UNA CAPACIDAD A LA ENTRADA DE (CFM)	EL CONTROL DE CAR SE EFECTUARA POR:
BOLSAS/VALVULAS ABIERTAS	<input type="checkbox"/> VEL. VARIABLE AL _____ % NOMINAL
PRES. DE ENTRADA (PSIA)	<input type="checkbox"/> DERIVACION
PRES. DE DESCARGA (PSIA)	<input checked="" type="checkbox"/> CONTROL AUTOMATICO DEL FAB.
TEMP. DE DESCARGA (°F)	<input checked="" type="checkbox"/> ARRANQUE Y PARO <input type="checkbox"/> 2 PASOS
POTENCIA AL FRENO POR ETAPA (BHP)	<input type="checkbox"/> 3 PASOS <input type="checkbox"/> 5 PASOS
POTENCIA AL FRENO TOTAL	<input type="checkbox"/> PILOTO A PRESION RECOMENDADA
PARA PERMITIR OPERAR A UNA CAPACIDAD A LA ENTRADA DE (CFM)	<input type="checkbox"/> PILOTO POR INSTRUMENTO DEL COM-PRADOR CON _____ PSIG SEÑAL DE AIRS
BOLSAS/VALVULAS ABIERTAS	<input type="checkbox"/> BOLSAS DE CLARO
PRES. DE ENTRADA (PSIA)	<input type="checkbox"/> FIJAS <input type="checkbox"/> VARIABLES
PRES. DE DESCARGA (PSIA)	<input type="checkbox"/> MANUAL <input type="checkbox"/> AUTOMATICO
TEMP. DE DESCARGA (°F)	<input type="checkbox"/> VALVULA DE DESC. A LA SUCCION
POTENCIA AL FRENO POR ETAPA (BHP)	<input type="checkbox"/> MANUAL <input type="checkbox"/> AUTOMATICO
POTENCIA AL FRENO TOTAL	A FALLA DE SEÑAL DEL COMPR. CESTRY
	<input checked="" type="checkbox"/> DESCARGAR <input type="checkbox"/> CARGAR



# HOJA DE DATOS PARA RECIPIENTES A PRESION

REV.	CHECADOR	FECHA

PLANTA Alm. de Amoniaco	DEPID. Proceso
PROYECTO NO. PAA-1980-001	CALCULO JMR/CLH
AREA 200	APROBO
HOJA DE	FECHA enero, 1982

cliente Facultad de Química  
lugar Lombardía, Tabasco  
servicio Tanque reparador de líquidos

ap. TH-209 cantidad uno  
unidad Almacenamiento de Amoniaco  
fabricante

## DATOS DE DISEÑO Y FABRICACION :

construcción de acuerdo con el código ASME y edendums si

presión de diseño 76.1 psig = 650 °F

presión de operación 51.2 psig = 34.7 °F

relevé de esfuerzos no radiografía total

ef de la junta-cuerpo 100% tapas 100%

prueba hidrost. (psig) si prueba neum. -

campo si fondo - domo -

corr. perm. (in) tapas 1/16" cuerpo 1/16"

internos - platos -

carga por viento - lb/pie<sup>2</sup> en sup. cilíndrica

diámetro ajustado para carga de viento

coeficiente sísmico zona 3 código Calif

proy. boquillas - tolerancia -

anillos, faldón base - silletas - patas -

bisagras si pasantes no req.

anillos de aislamiento si (unc 2" ancho)

escalera no pias so protección no pias no

plataformas ninguna

soportes sup. si aux. para pintura no

soportes req. para tub. - guías para tub. -

pintura primer anticorrosivo

prep. superficie para pintura sand blast

placas no. tipo -

tipo de instalación -

suministrado por - instalado por -

anillo sop. Platos tamaño - tipo de instalación -

suministrado por - instalado por -

bajantes: tipo de inst. - barras abrochadas -

suministrado por - instalado por -

verdaderos tipo de inst. -

suministrado por - instalado por -

eliminadores de arrastre: tipo mecánica

de alta eficiencia

suministrado por Prov. instalado por Prov.

## PESO APROXIMADO EN LIBRAS :

sin internos - internos -

operación - lleno -

prueba hidrostática - embarque -

## DIMENSIONES APROXIMADAS :

altura (ft-in) total 9'-7 1/5" faldón -

diámetro interno (in) 77 sup./inf.

producto Amoniaco total si

densidad del producto 0.227 lb/ft<sup>3</sup>

volumen total (ft<sup>3</sup>) 310

espesor (in) cuerpo 5/16" tapas 5/16"

altura de empaque (ft) - no de platos -

nivel de op. (in) - desde -

nivel min. de op. de la base (in. min) 12"

## MATERIALES (ASTM)

externos internos

A-285-C

A-285-C

A-36 y A-285-C

A-36

A-53-B

A-105

A-285-c

A-193-B7

A-194-2H

J.C. o Sim.

cachuchas o plat. de orif. var. -

elevadores o empaque -

platos sop. de empaque -

escalera y abras. de tub. -

malla de alambre -

malla tejida -

soportes -

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-





HOJA DE DATOS PARA RECIPIENTES A PRESION

REV.	CHECADOR	FECHA

PLANTA Alm. de Amoniaco	DEPTO. Process
PROYECTO NO. PAA-1980-001	CALCULO JMR
AREA 200	APROBO
HOJA DE	FECHA enero. 1980

cliente Facultad de Quimica  
lugar Lombarda, Tabasco  
servicio Separadores de Aceite

sp. TH-210/211 cantidad Des  
unidad Almacenamiento de Amoniaco  
fabricante

DATOS DE DISEÑO Y FABRICACION :

construcción de acuerdo con el código ASME y addendums si  
 presión de diseño 265.3 psig o -20 a 650 °F  
 presión de operación 240 psig o 335.4 °F  
 relevo de esfuerzos no radiografía Total  
 ef de la junta-cuerpo 100% tapas 100%  
 prueba hidrost. (psig) si prueba neum. -  
 campo si fondo - domo -  
 corr. perm. (in) tapas 1/16" cuerpo 1/16"  
 internos - platos -  
 carga por viento - lb/pie<sup>2</sup> en sup. cilíndrica  
 diámetro ajustado para carga de viento  
 coeficiente sísmico zona 3 código Calif.  
 proy. boquillas - tolerancia -  
 anillos, faldón base - silletas - patas  
 bisagras si pescantes no req.  
 anillos de aislamiento si (uno para p.p. 2")  
 escalera no pies no protección no pies no  
 plataformas no  
 pescante sup. si aux. para pintura no  
 soportes req. para tub. - guías para tub.  
 pintura primer anticorrosivo  
 prep. superficie para pintura sand blast  
 platos no tipo -

DIMENSIONES APROXIMADAS :

altura (ft-in) total 6'-0" faldón no  
 diámetro interno (in) 48" sup./inf.  
 producto Amoniaco total si  
 densidad del producto 0.54 lb/ft<sup>3</sup>  
 volumen total (ft<sup>3</sup>) 75.4  
 espesor (in) cuerpo 5/8" tapas 5/8"  
 altura de empaque (ft) - no de platos -  
 nivel de op. (in) - desde -  
 nivel min. de op. de la base (in. min) 12"

MATERIALES (ASTM)

	externos	internos
cuerpo	A-285-C	
tapas	A-285-C	
placas	A-36 y A-285-C	
perfiles	A-36	
tubería	A-53-B	
bridas	A-105	
base	A-285-C	
tornillos	A-193-B7	
tuercas	A-194-2W	
rondanas		
empaques	J.C.o sim.	
cauchuchas o plat. de orif. var.		
elevadores o empaque		
platos sop. de empaque		
escalera y abras. de tub.		
malla de alambre		
malla tejida		
soportes		

tipo de instalación -  
 suministrado por - instalado por -  
 anill. sop. platos temper tipo de instalación -  
 suministrado por - instalado por -  
 bajantes: tipo de inst. - barras abrochadas  
 suministrado por - instalado por -  
 vertederos tipo de inst. -  
 suministrado por - instalado por -  
 eliminadores de arrastre: tipo mecánico de  
alta eficiencia  
 suministrado por Prov instalado por Prov.

PESO APROXIMADO EN LIBRAS :

sin internos - internos -  
 operación - lleno -  
 prueba hidrostática - embarque -

COMENTARIOS U OTROS DATOS DE DIS.

1 a menos que se especifique otra cosa :











HOJA DE DATOS PARA RECIPIENTES A PRESION

REV.	CHECADOR	FECHA

PLANTA Alm. de Amoniaco	DEPTO. Proceso.
PROYECTO NO. PAA-1980-001	CALCULO JMR
AREA 200	APROBO
HOJA DE	FECHA enero, 1982

cliente Facultad de Quimica  
lugar Lombarda, Tabasco  
servicio Tanque Acumulador

ap. TH-213 cantidad uso  
unidad Almacenamiento de Amoniaco  
fabricante

DATOS DE DISEÑO Y FABRICACION :

construcción de acuerdo con el código ASME y adendums si  
 presión de diseño 265.5 psig a -29 a 650 °F  
 presión de operación 240 psig a 111.2 °F  
 relieve de esfuerzos si radiografía total  
 ef de la junta-cuerpo 100% tapas 100%  
 prueba hidrost. (psig) si prueba neum.    
 campo si fondo   domo    
 corr. perm. (in) tapas 1/16" cuerpo 1/16"  
 internos   platos    
 carga por viento   lb/pie<sup>2</sup> en sup. cilíndrica  
 diámetro ajustado para carga de viento    
 coeficiente sísmico zona 3 cód. Calif.  
 proy. boquillas   tolerancia    
 anillos, faldon base   silletas   de patas    
 bisagras si pescantes 20 req.  
 anillos de aislamiento no  
 escalera no pies   protección   pies    
 plataformas ninguna  
 pescante sup. no aux. para pintura    
 soportes req. para tub.   guías para tub.    
 pintura primer anticorrosivo  
 prep. superficie para pintura sandblast  
 platos no. tipo    
~~tipo de instalación    
 suministrado por   instalado por    
 anill. sop. Platos tamaño tipo de instalación    
 suministrado por   instalado por    
 bajantes: tipo de inst.   barras abrochadas    
 suministrado por   instalado por    
 vertederos tipo de inst.    
 suministrado por   instalado por    
 eliminadores de arrastre: tipo    
 suministrado por   instalado por~~

DIMENSIONES APROXIMADAS :

long. (ft-in) total 18'-1/2" soldón    
 diámetro interno (in) 42.1" sup./inf.    
 producto Amoniaco letal si  
 densidad del producto 35.71 lb/ft<sup>3</sup>  
 volumen total (ft<sup>3</sup>) 178.8  
 espesor (in) cuerpo 3/4" tapas 3/4"  
 altura de empaque (ft)   no de platos    
 nivel de op. (in) 34" desde fondo    
 nivel min. de op. de la base (in. min) 6"

MATERIALES (ASTM)

	externos	internos
cuerpo	A-515-70 Killed	
tapas	A-515-70 Killed	
placas	A-36 y A-285-C	
perfiles	A-36	
tubería	A-53-B	
bridas	A-105	
base		
tuercas	A-193-B7	
rondanas	A-194-2H	
empaques	J.C. o Sim.	
cachuchas o plat. de orif. var.		
elevadores o empaque		
platos sop. de empaque		
escalera y abras. de tub.		
malla de alambre		
malla tejida		
soportes		

PESO APROXIMADO EN LIBRAS :

sín internos   internos    
 operación   lleno    
 prueba hidrostática   embarque  

COMENTARIOS U OTROS DATOS DE DIS.

1 a menos que se especifique otra cosa :



# HOJA DE DATOS PARA CAMBIADORES DE CALOR

PLANTA Alm. de Amoniaco	DEPTO. Proceso
PROYECTO NO. PAA-1980-001	CALCULO JMR
AREA 200	APROBO
HOJA 200	DE FECHA seto, 82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

Cliente Facultad de Química e.p. GH-214/215 n° req. Dos  
 Lugar Lombarda, Tabasco unidad Almacenamiento de Amoniaco  
 Servicio Condensador de Amoniaco fabricante    
 Tamaño 19" x 20" superficie/coraza 953 ft<sup>2</sup> tipo: coraza y tubos BEM  
 Superficie/unidad 953 ft<sup>2</sup> coraza/unidad UNA montaje vertical horizontal si est.    
 Conectado en serie   paralelo   cabezal flotante si móvil si

### CONDICIONES DE OPERACION

%	ent. coraza	sal. coraza	ent. tubos	sal. tubos
% sobre diseño <u>20%</u>				
fluido circulante	<u>Amoniaco</u>	<u>Amoniaco</u>	<u>Agua de Enfriamiento</u>	
vapor (lb/hr)	<u>7994.6 x 1.2</u>			
(macf/d)				
liquido (lb/hr)		<u>7994.6 x 1.2</u>	<u>254240 x 1.2</u>	<u>254240 x 1.2</u>
(gph)				
vapor de agua (lb/hr)				
total (lb/hr)	<u>7994.6 x 1.2</u>	<u>7994.6 x 1.2</u>	<u>254240 x 1.2</u>	<u>254240 x 1.2</u>
fluido evaporado o condensado (lb/hr)		<u>7994.6 x 1.2</u>		
vapor de agua condensado (lb/hr)				
grav. esp. del liquido basada en H <sub>2</sub> O <u>60°F</u>	<u>- @ -°F</u>	<u>0.572 @ 112°F</u>	<u>1 @ 122°F</u>	<u>1 @ 129°F</u>
viscosidad del liquido (cp)		<u>0.11</u>	<u>0.623</u>	<u>0.623</u>
peso molecular de los vapores	<u>17.03</u>			
calor específico de los vapores (btu/lb°F)	<u>0.56</u>			
calor específico del liquido (btu/lb°F)		<u>1.17</u>	<u>1.0</u>	<u>1.0</u>
calor latente de los vapores (btu/lb)				
temperatura °F	<u>316.8</u>	<u>112.2</u>	<u>122.2</u>	<u>120.2</u>
rango de vaporización o condensación				
presión de operación (psia)	<u>267.7</u>	<u>266.7</u>	<u>64.70</u>	<u>54.79</u>
n° de pasos:	<u>coraza 1</u>	<u>tubos 1</u>	<u>velocidad (ft/seg) coraza 3.95</u>	<u>tubos 1.84</u>
caída de pres. perm. (psi)	<u>coraza 3</u>	<u>tubos 17</u>	<u>factor incrust. coraza 0.001</u>	<u>tubos 0.222</u>
caída de pres. diseño (psi)	<u>coraza 2.76</u>	<u>tubos 2.83</u>	<u>calor intercamb (btu/hr) 41589,342 x 1.2</u>	
coef. de transf. servicio <u>93.82</u>	<u>limpia 156</u>	<u>mt. calc. (°F) 62.7</u>		

### MATERIALES Y CONSTRUCCION

presión de diseño (psig): coraza 280 tubos 75 temp. diseño (°F): coraza 650 tubos 650  
 presión de prueba (psig): coraza   tubos   prueba neum. (psig): coraza no tubos no  
 corrosión permisible (pulg): coraza 1/16" tubos 1/16" codigos requeridos: asma si no tema si no clase B  
 tubos: n° 255 o.d. 1" b.w.g. 16 long. 20' arreglo triangular (1.25") mat. A-179  
 alatas: n°   alt.   esp.   sujetas por   mat.    
 coraza: d.i. 19.25 d.o.   esp.   cinturón de vapor no mat. A-285-C  
 tapa de coraza: espesor   mat.   tapa cabezal flotante: espesor   mat.    
 cabezal: espesor   mat.   tapa cabezal: espesor   mat.    
 espejos fijos: espesor   mat.   espejo flotante: espesor   mat.    
 mamparas transv: arreglo   tipo   espesor   mat.    
 mamparas long: tipo   sello   espesor   mat.    
 soportes de tubos: arreglo   tipo   espesor   mat.    
 tirantes: diam. ext.   mat.   espaciadores   mat. del empaque    
 junta de tubos a espejo   % corte de mamparas    
 junta de expansión coraza: tipo   mat.   placa de choque: espesor   mat.    
 tam. de conex. ent. coraza 3" salida 3" tipo RF, WN rango 50# termopozo si no conex. man si no  
 ent. al cabezal 6" salida 6" tipo RF, WN rango 50# termopozo si no conex. man si no  
 venteo: si no 1" tipo RF, WN rango 150# drenaje si 1" tipo RF, WN rango 150#  
 peso (lb): coraza   banco de tubos   total   lleno de agua    
 Pintura: limpieza   primario   pintura  

note: indicar despues de cada parte si se desea ref. (ayudo de esfuerzo) (o) ojo radiografiado (rad)





# HOJA DE DATOS PARA CAMBIADORES DE CALOR

PLANTA Alm. de Agua.	DEPTO. Procesos
PROYECTO NO. PAA-1980-001	CALCULO JMR
AREA 209	APROBO
HOJA DE	FECHA Enero, 1980

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

Cliente: Facultad de Química e.p. CH-217 n° req. uno  
 Lugar: Lebarúa, Tabasco unidad: Almacenamiento de Ameyaco  
 Servicio: Enfriador de Condensado fabricante:    
 tamaño: 13"x20" superficie/coraza: 419 ft<sup>2</sup> tipo: coraza y tubos BEM  
 superficie/unidad: 419 ft<sup>2</sup> coraza/unidad: uno montaje: vertical   horizontal si esc    
 conectado en serie   paralelo   cabezal flotante si no móvil si

## CONDICIONES DE OPERACION

% sobre diseño	20%	ent. coraza	sal. coraza	ent. tubos	sal. tubos
fluido circulante		Condensado	Condensado	Agua de Enfriamiento	
vapor (lb/hr)					
(mscf/d)					
líquido (lb/hr)		18,007.5x1.2	18,007.5x1.2	171,626x1.2	171,626x1.2
(gph)					
vapor de agua (lb/hr)					
total (lb/hr)		18,007.5x1.2	18,007.5x1.2	171,626x1.2	171,626x1.2
fluido evaporado o condensado (lb/hr)					
vapor de agua condensado (lb/hr)					
grav. esp. del líquido basada en H <sub>2</sub> O	60°F	1 @ 30°F	1 @ 135 °F	1 @ 102°F	1 @ 120°F
viscosidad del líquido (cp)		0.13	0.5	0.7	0.6
peso molecular de los vapores					
calor específico de los vapores (btu/lb°F)					
calor específico del líquido (btu/lb°F)		1.0	1.0	1.0	1.0
calor latente de los vapores (btu/lb)					
temperatura °F		306	135	192.2	129.2
rango de vaporización o condensación					
presión de operación (psig)		60.3	59.55	50.0	49.03
n° de pasos:	coraza 1 tubos 1	velocidad (ft/seg)	coraza 0.21	tubos 2.81	
caída de pres. perm. (psi)	coraza 10 tubos 10	factor incrust.	coraza 0.002	tubos 0.002	
caída de pres. diseño (psi)	coraza 0.75 tubos 0.97	calor intercamb (btu/hr)	3'083,942.5 x 1.2		
coef. de transf. servicio	102.38	limpia 261	mlt. calc. (°F)	87.2	

## MATERIALES Y CONSTRUCCION

presión de diseño (psig):	coraza 85	tubos 75	temp. diseño (°F):	coraza 650	tubos 650
presión de prueba (psig):	coraza	tubos	prueba neum. (psig):	coraza 80	tubos 80
corrosión permisible (pulg):	coraza 1/16	tubos 1/16	códigos requeridos:	asme <u>si</u> no tema <u>si</u> no clase B <u>si</u>	
tubos: n°	80	o.d. 1"	b.w.g. 16	long. 20'	arreglo Triangular (1.25")
aletas: n°		alt		esp.	sujetos por
coraza: d.i. 13.25"		d.e.		esp.	cinturón de vapor
tapa de coraza:	espesor	mat.	tapa cabezal flotante:	espesor	mat.
cabezal:	espesor	mat.	tapa cabezal:	espesor	mat.
espejos fijos:	espesor	mat.	espejo flotante:	espesor	mat.
mamparas transv.:	arreglo	tipo	espesor		mat.
mamparas long.:	tipo	sello	espesor		mat.
soportes de tubos:	arreglo	tipo	espesor		mat.
tirantes: diam. ext.		mat.	espaciadores		mat. del empaque
junta de tubos a espejo			% corte de mamparas		
junta de expansión coraza:	tipo	mat.	placa de choque:	espesor	mat.
tem. de conex. ent. coraza	2"	salida 2"	tipo WN, RP	rango 150#	termopozo <u>si</u> no conex. man <u>si</u> no
ent. al cabezal	6"	salida 6"	tipo WN, RP	rango 150#	termopozo <u>si</u> no conex. man <u>si</u> no
venteo:	<u>si</u> no	1"	tipo WN, RP	rango 150#	drenaje <u>si</u> 1" tipo WN, RP rango 150#
peso (lb):	coraza	banco de tubos	total		lleno de agua
pintura:	limpieza	primario	pintura		

nota: indicar después de cada parte si se desea relevado de esfuerzo (r.e.) o radiografiado (rad)



UNIDAD	Lombarda, Tabasco	PLANTA	Alm. de Amoniaco	DEPTO.	Proceso
DESCRIPCION	Hoja de Datar Purgador de Inertes	PROYECTO NO.	PAA-1980-001	CALCULO	JMR
		AREA	203	APROBO	
		HOJA	DE	FECHA	enero, 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

Para: Facultad de Quimica Lugar: Lombarda, Tabasco  
Unidad: Almacenamiento de Amoniaco Tag: CH-218  
Servicio: Purgador de Inertes Cantidad: Una

A) Condiciones de Operación:

Fluido: Amoniaco Anhidro  
Capacidad de Refrigeración del sistema: 633.75 TR  
Temperatura: 44.56 °C Presión: 17.92 Kg/cm<sup>2</sup> A (op.)  
19.68 Kg/cm<sup>2</sup> A (dis.)

Operación completamente automática.

B) Materiales de construcción:

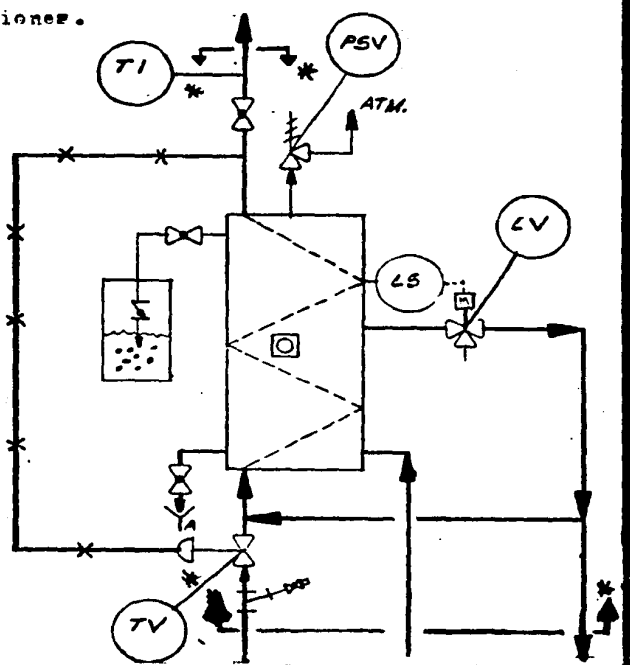
Cuerpo: A-285-C Serpentina: A-106-B  
No usar cobre ni sus aleaciones.

C) Instrumentación Mínima:

Proveedor deberá suministrar los instrumentos, tubería y accesorios, así como válvulas de control indicadas en dibujo.

D) Notas:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



\* POR PROVEEDOR

**fi**

UNIDAD	PLANTA	DEPTO.
LOMBARDA , Tabasco	Alm. de Amoniaco	Proceso
DESCRIPCION	PROYECTO NO.	CALCULO
Hoja de datos de Resistencia Eléctrica	PAA-1980-001	JMR
	AREA	APROBO
	200	
	HOJA DE	FECHA
		Marzo, 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

Para: Facultad de Química Lugar: Lombarda Tabasco  
Unidad: Almacenamiento de Amoniaco Tag: MN-219  
Servicio: Resistencia de TH-200 Cantidad: Una

A) Condiciones de Operación:

Fluido: Amoniaco Anhidro

Calor Latente: 301.52 Kcal /Kg @ 0 °C y 4.379 Kg/cm<sup>2</sup>A

Flujo vaporizado: 91.3 Kg/Hr

Calor total : 29 517.22 Kcal/HR.

Potencia Requerida: 34.3 Kwatts (operación) 41 Kwatts (diseño)

B) Materiales de construcción:

Brida: 4" ,150# R.F. w.N. en A-105

Elemento: Incoaley 800

C) Instrumentación Mínima:

Proveedor deberá suministrar fusibles térmicos autorecuperables, con terminales para conexión de controlador de nivel, reset automático, luces indicadoras y alarma por sobrecarga, colocadas en un tablero local proporcionado también por el proveedor.

D) Notas:

---

---

---

---



**fi**

UNIDAD <b>Lombarda, Tabasco</b>	PLANTA <b>Alm. de Amoniaco</b>	DEPTO. <b>Proceso</b>
	PROYECTO NO. <b>PAA-1980-001</b>	CALCULO <b>JMR</b>
DESCRIPCION <b>Especificación Quemador de Amoniaco (Tag: MN-401)</b>	AREA <b>400</b>	APROBO
	HOJA DE	FECHA <b>Marzo, 1982</b>

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

Proveeder debe suministrar un quemador de amoniaco autoseportado de acuerdo con la siguiente descripción:

- a) Un tubo quemador bridado removible completo, con anillo de retención de flama, pilote aspirador, maneral de gas para pilote.
- b) Un sello molecular para ser instalado entre el quemador y la chimenea, con conexión para drenaje.
- c) Una chimenea partida en secciones lo más largas posible, con puntas terminales biseladas para soldado en campo. La parte terminal de la chimenea debe ser bridada para conectarse con el sello molecular. La chimenea debe suministrarse con los soportes para tubería requeridos.
- d) Un panel de ignición con maneral para pilotes, a prueba de intemperie y explosión (Clase I, grupo B, división 2; NEMA 7) y debe de incluir como mínimo:

Válvula para aire; válvula para gas; medidores de presión para aire y gas; mirilla para observación de la chispa; botón de ignición; transformador; ensamble de tubería para el mezclado aire/gas; alarma por falta de flama.

- e) Sistema completo de tubería desde el quemador hasta un metro por encima del piso. Los soportes de ésta tubería deberán ir soldados a la chimenea y la misma será montada en campo por medio de abrazaderas.
- f) Los materiales de construcción serán los siguientes: (ASTM)

Quemador: AI-310 / A-285-C

Anillo de AI-310

retención:



UNIDAD	Lombarda , Tabasco	PLANTA	Alm. de Amoniaco	DEPTO.	Proceso
	DESCRIPCION	PROYECTO NO.	PAA-1980-001	CALCULO	JMR
	Especificación Quemador de Amoniaco (Tag:MN-401)	AREA	400	APROBO	
		HOJA	DE	FECHA	Marzo, 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

Chimenea : A-106-R

- f) Las dimensiones serán las siguientes como mínimo:
- Diámetro : 3"  
Altura : 14m
- g) Combustible: Gas Natural.
- Presión : 6 Kg/cm<sup>2</sup>G  
Temperatura: 40°C  
LHV : 7225 Kcal / Kg
- h) Aire de Planta:
- Presión : 7.03 Kg/cm<sup>2</sup>G  
Temperatura: 40°C  
Condición: seco
- i) Velocidad del viento: 240Km/Hr. (Máx.)
- j) Corriente eléctrica: 115 v/3 fases/ 60 ciclos.
- k) La boquilla de entrada del amoniaco a quemar será de 4" ,WN, 150# RP



# HOJA DE DATOS PARA RECIPIENTES A PRESION

REV.	CHECADOR	FECHA

PLANTA Alm. de Amoniaco	DEPTO. Proceso
PROYECTO NO. PAA-1980-001	CALCULO JMR
AREA 400	APROBO
HOJA DE	FECHA Junio, 1982

cliente Facultad de Química  
lugar Lombaría, Tabasco  
servicios Separador de líquidos a quemador

ep. TH-402 cantidad uno  
unidad Almacenamiento de Amoniaco  
fabricante

## DATOS DE DISEÑO Y FABRICACION :

construcción de acuerdo con el código ASME y adendum si  
 presión de diseño 91.1 psig o 650 °F  
 presión de operación 66 psig o 44.6 °F  
 relevo de esfuerzos no radiografía por puntos  
 ef de la junta-cuerpo 85% tapas 100%  
 prueba hidrost. (psig) si prueba neum. -  
 campo si fondo - domo -  
 corr. perm. (in) tapas 1/16" cuerpo 1/16"  
 internos: - platos -  
 carga por viento - lb/pie<sup>2</sup> en sup. cilíndrica  
 diámetro ajustado para carga de viento -  
 coeficiente sísmico zona 3 cód. Calif.  
 proy. boquillas - tolerancia -  
 anillos, faldón base - silletas - patas si  
 bisagra si pescantes - req. para reg. hombre  
 anillos de aislamiento no  
 escalera - pies - protección - pies -  
 plataformas no requeridas.  
 pescante sup. - aux. para pintura -  
 soportes req. para tub. - guías para tub. -  
 pintura primer anticorrosivo  
 prep. superficie para pintura sandblast  
 platos no. tipo -

## DIMENSIONES APROXIMADAS :

altura (ft-in) total 2'-1 1/2" faldón no  
 diámetro interno (in) 12" sup./inf.  
 producto Amoniaco letal si  
 densidad del producto 21.62 lb/ft<sup>3</sup>  
 volumen total (ft<sup>3</sup>) 1.96 ft<sup>3</sup>  
 espesor (in) cuerpo 1/8" tapas 1/8"  
 altura de empaque (ft) - no de platos -  
 nivel de op. (in) - desde -  
 nivel min. de op. de la base (in. min) 3"

## MATERIALES (ASTM)

	externos	internos
cuerpo	<u>A-106-B</u>	<u>-</u>
tapas	<u>A-285-C</u>	<u>-</u>
placas	<u>A-36 y A-285-C</u>	<u>-</u>
perfiles	<u>A-36</u>	<u>-</u>
tubería	<u>A-53-B</u>	<u>-</u>
bridas	<u>A-105</u>	<u>-</u>
base	<u>-</u>	<u>-</u>
tornillos	<u>A-193-B7</u>	<u>-</u>
tuercas	<u>A-194-2H</u>	<u>-</u>
rondanas	<u>-</u>	<u>-</u>
empaques	<u>J.C. eSin.</u>	<u>-</u>
cachuchas o plat. de orif. var.	<u>-</u>	<u>-</u>
elevadores o empaque	<u>-</u>	<u>-</u>
platos sop. de empaque	<u>-</u>	<u>-</u>
escalera y abras. de tub.	<u>-</u>	<u>-</u>
malla de alambre	<u>-</u>	<u>-</u>
malla tejida	<u>-</u>	<u>-</u>
soportes	<u>-</u>	<u>-</u>

~~tipo de instalación  
 suministrado por - instalado por -  
 anill. sop. Platos tamaño - tipo de instalación -  
 suministrado por - instalado por -  
 bajantes: tipo de inst. - barras abrochadas -  
 suministrado por - instalado por -  
 verdaderos tipo de inst. -  
 suministrado por - instalado por -  
 eliminadores de arrastre: tipo mecánico de  
alta eficiencia  
 suministrado por Proy instalado por Proy~~

## PESO APROXIMADO EN LIBRAS :

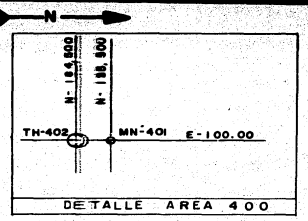
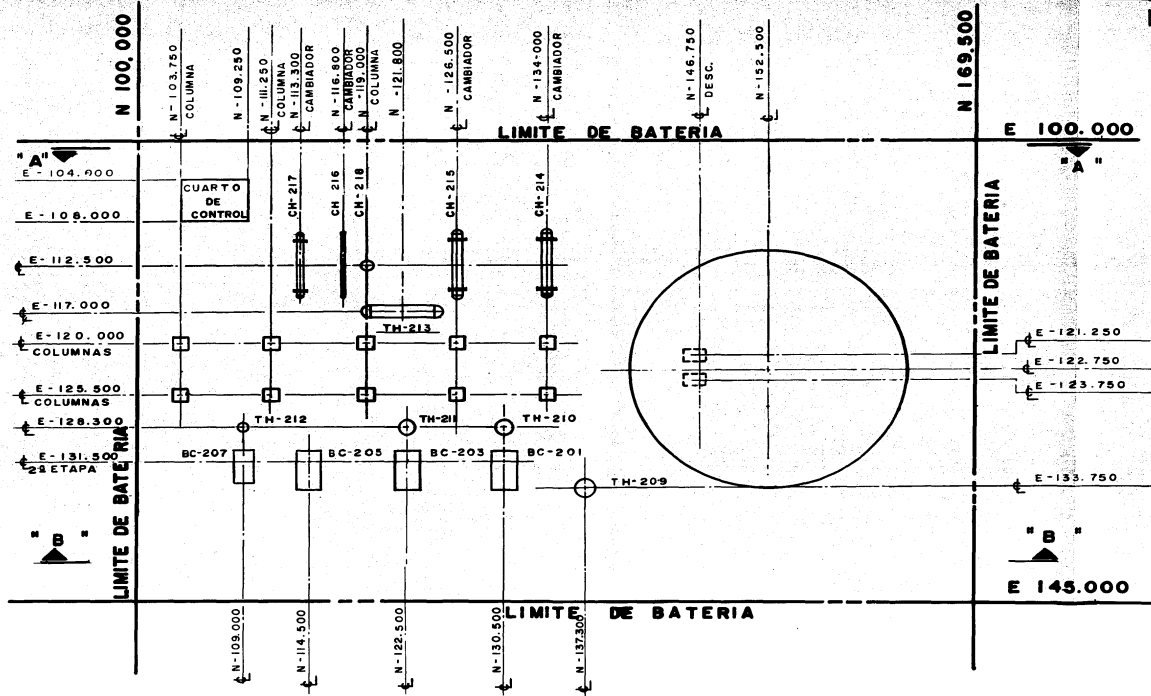
sin Internos - internos -  
 operación - lleno -  
 prueba hidrostática - embarque -

## COMENTARIOS U OTROS DATOS DE DIS.

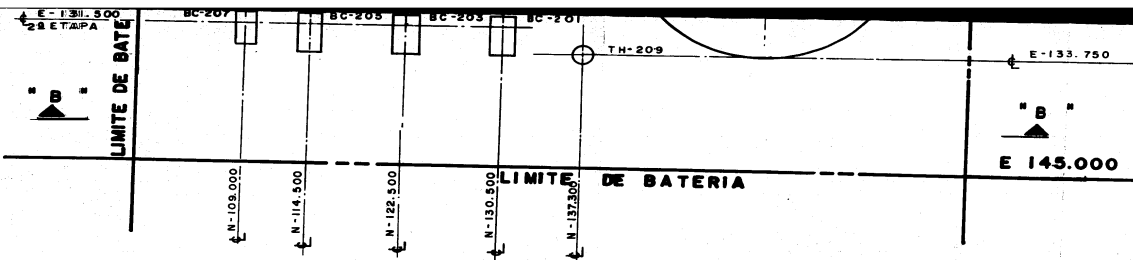
1 a menos que se especifique otra cosa :



d) **INGENIERIA MECANICA**



FACULTAD DE QUIMICA



**Fi**

FIRMA DE INGENIERIA

PLANOS DE REFERENCIA

Fecha

REV

REVISION

Aprobo

**FQ**  
FACULTAD DE QUIMICA

FACULTAD DE QUIMICA

PLANO CLAVE DE ARREGLO DE EQUIPO  
NIVEL 100: 000

Dibujo	JRN	FECHA	ESCALA: 1:3 00	ACOT. EN CM
Reviso	JMR	FECHA		
PROYECTO	PAA-1980-001		No PAA-001-000-T A	

d.2) Especificación preliminar de tuberías

CODIGO		AA	BA	AB
Fluidos manejados		NH <sub>3</sub> , AES, AER, GNC, ACT, ASF, ADS, ASE, AIN, ADL, VPB, CVB	NH <sub>3</sub> , GIN	NH <sub>3</sub>
Rango de operación:				
Temperatura °F (°C)		≤ 300 (150)	≤ 500 (260)	≤ 392 (200)
Presión PSIG (kg/cm <sup>2</sup> G)		≤ 150 (10)	≤ 300 (20)	≤ 150 (10)
Diámetros:				
1/2" - 1 1/2"		A-53B, ERW, PE	A-53B, sin costura, PE	A 312 TP 304
2" - 12"		A-53B, ERW, BE	A-53B, sin costura, BE	A 312 TP 304
BRIDAS		A-181, WN, RF	A-181, WN, RF	A-181, RF, LJ
VALVULAS	Compuerta, macho y globo	≤ 1 1/2	A 47, BRIDADA, RF, Act. 13 Cr, UB, IS	A 181, BRIDADA, RF Act. 13 Cr, IS, UB
		≥ 2"	A 47, BRIDADA, RF, Act. 13 Cr, BB, OS	A-216-WCB, BRIDADA, RF, Act. 13 Cr, OS, BR
	CHECK	≤ 1 1/2"	A 47, BRIDADA, RF, Act. 13 Cr, BB, UC	A 181, BRIDADA, RF Act. 13 Cr, UC
		≥ 2"	A 47, BRIDADA, RF Act. 13 Cr, BC, swing	A-216-WCB, BRIDADA, RF Act. 13 Cr, BB, swing
EMPAQUE		AI-304 Relleno de asbesto con anillo exterior	AI-304 Relleno de asbesto con anillo exterior	Asbesto comprimido

Clave de abreviaturas:

ERW: Soldadura con arco eléctrico

PE : Terminales planas

BE : Terminales biseladas

RF : Cara realzada

WN : Cuello soldado

UB : Bonete de unión

UC : Capucha de unión

IS : Rosca interna

OS : Rosca externa

BB : Bonete con tornillos

BC : Capucha atornillada



e) LISTA DE INSTRUMENTOS

Las alturas logradas por los grandes hombres, no fueron alcanzadas en un rápido vuelo, sino que, durante la noche, mientras sus compañeros dormían, ellos fueron abriéndose el camino hacia arriba.

H. W. LONGFELLOW (1822-1907)

### LISTA DE INSTRUMENTOS

LAZO	CONTENIDO	AREA	LOCALIZACION	VARIABLE A CONTROLAR
101	LT, LSL, LAL, LI	100	TE-101	NIVEL
216	LT, LIC, LAL, LSL	200	TH-209	NIVEL
201	LSL	200	BC-201	NIVEL
202	LSL	200	BC-203	NIVEL
203	LSL	200	BC-205	NIVEL
204	LSL	200	BC-207	NIVEL
201A	LC, LI, LAH, LSH, LT, LSLL, LALL	200	TH-203	NIVEL
201B	LG	200	TH-210	NIVEL
202A	LG	200	TH-211	NIVEL
203A	LG	200	TH-212	NIVEL
204A	LG	200	TH-213	NIVEL
205A	LG	200	CH-218	NIVEL
101A	FE, FT, FQI, FI	100	LINEA 103	FLUJO
102	RO	100	LINEA 104	FLUJO
201C	FE, FT, FI	200	LINEA 147	FLUJO
202C	FI	200	LINEA 147	FLUJO
201D	FG	200	LINEA 145	FLUJO
501	FQI, FI, FT, FE	500	LINEA 101	FLUJO
101B	PT, PCL, PAL	100	DESC. BA-112	PRESION
102A	PT, PCL, PAL	100	DESC. BA-104	PRESION

### LISTA DE INSTRUMENTOS

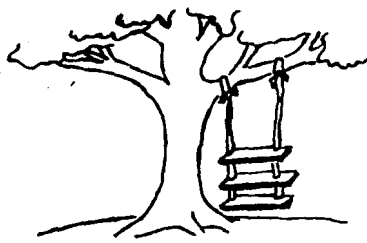
LAZO	CONTENIDO	AREA	LOCALIZACION	VARIABLE A CONTROLAR
103	PT	100	TE-101	PRESION
201E	PI	200	LINEA 125	PRESION
202D	PI	200	LINEA 126	PRESION
203B	PI	200	LINEA 127	PRESION
204A	PI	200	LINEA 128	PRESION
205	PI	200	TH-213	PRESION
201F	PCL	200	LINEA 121	PRESION
202E	PCL	200	LINEA 122	PRESION
203C	PCL	200	LINEA 123	PRESION
204B	PCL	200	LINEA 124	PRESION
503	PI	500	LINEA 101	PRESION
504	PI	500	LINEA 147	PRESION
201G	TI	200	LINEA 121	TEMPERATURA
202F	TI	200	LINEA 122	TEMPERATURA
203D	TI	200	LINEA 123	TEMPERATURA
204C	TI	200	LINEA 124	TEMPERATURA
205A	TI	200	LINEA 133	TEMPERATURA
206	TI	200	LINEA 134	TEMPERATURA
207	TI	200	LINEA 135	TEMPERATURA
208	TI	200	LINEA 541	TEMPERATURA
209	TI	200	LINEA 136	TEMPERATURA

LISTA DE INSTRUMENTOS

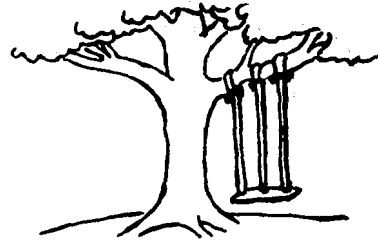
LAZO	CONTENIDO	AREA	LOCALIZACION	VARIABLE A CONTROLAR
210	TI	200	LINEA 542	TEMPERATURA
211	TI	200	LINEA 137	TEMPERATURA
212	TI	200	LINEA 543	TEMPERATURA
213	TI	200	LINEA 138	TEMPERATURA
214	TI	200	LINEA 139	TEMPERATURA
215	TI	200	LINEA 146	TEMPERATURA
216	TI	200	LINEA 544	TEMPERATURA
217	TI	200	LINEA 801	TEMPERATURA
201H	TSH, TW, TAH	200	LINEA 125	TEMPERATURA
202G	TSH, TW, TAH	200	LINEA 129	TEMPERATURA
203E	TSH, TW, TAH	200	LINEA 126	TEMPERATURA
204D	TSH, TW, TAH	200	LINEA 130	TEMPERATURA
205B	TSH, TW, TAH	200	LINEA 127	TEMPERATURA
206A	TSH, TW, TAH	200	LINEA 131	TEMPERATURA
207A	TSH, TW, TAH	200	LINEA 128	TEMPERATURA
208A	TSH, TW, TAH	200	LINEA 132	TEMPERATURA
401	TE	400	NM-401	TEMPERATURA

### VALVULAS DE ALIVIO

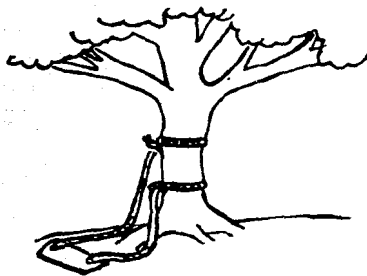
NUMERO	LOCALIZACION	TAMARO	TIPO
PSV-101	LINEA 101	3/4" X 1"	CONVENCIONAL
PSV-102	LINEA 102	3/4" X 1"	CONVENCIONAL
PSV-103	DESCARGA DE BA-102	3/4" X 1"	CONVENCIONAL
PSV-104	DESCARGA DE BA-104	3/4" X 1"	CONVENCIONAL
PSV-105	LINEA 105	3/4" X 1"	CONVENCIONAL
PSV-106	LINEA 106	3/4" X 1"	CONVENCIONAL
PSV-107	LINEA 106	3/4" X 1"	CONVENCIONAL
PSV-108/109	TH-101	3/4" X 1"	BALANCEADA
PSV-110	LINEA 111	3/4" X 1"	CONVENCIONAL
PSV-201	LINEA 125	3/4" X 1"	CONVENCIONAL
PSV-202	LINEA 129	3/4" X 1"	CONVENCIONAL
PSV-203	LINEA 126	3/4" X 1"	CONVENCIONAL
PSV-204	LINEA 130	3/4" X 1"	CONVENCIONAL
PSV-205	LINEA 127	3/4" X 1"	CONVENCIONAL
PSV-206	LINEA 131	3/4" X 1"	CONVENCIONAL
PSV-207	LINEA 128	3/4" X 1"	CONVENCIONAL
PSV-208	LINEA 132	3/4" X 1"	CONVENCIONAL
PSV-209	TH-210	3/4" X 1"	CONVENCIONAL
PSV-210	TH-211	3/4" X 1"	CONVENCIONAL
PSV-211	TH-212	3/4" X 1"	CONVENCIONAL
PSV-217	TH-213	3/4" X 1"	BALANCEADA



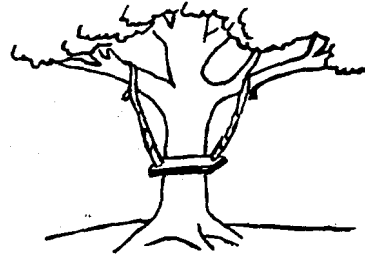
- COMO LO SOLICITO COMPRAS -



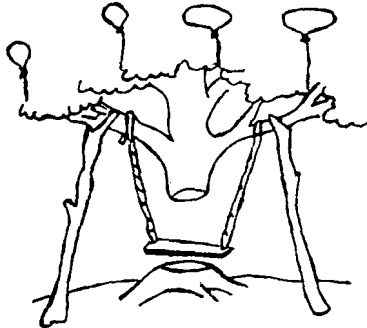
- COMO VENTAS LO OFRECIO -



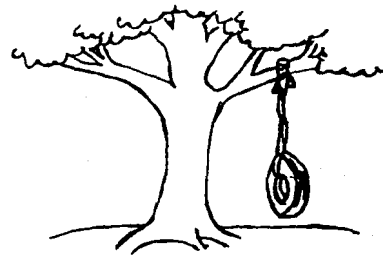
- COMO FUE DISEÑADO -



- COMO LO FABRICO EL PROVEEDOR -



- COMO CONSTRUCCION LO INSTALO -



- COMO EL CLIENTE LO QUERIA -

#### CAPITULO IV

BASES PARA EL DESARROLLO  
DE LA INGENIERIA DE  
DETALLE

## **FUNCIONES DEPARTAMENTALES**

En resumen, las actividades en Ingeniería de Detalle para los diferentes departamentos dentro de los proyectos son las siguientes:

## **ACTIVIDADES PARTICULARES**

### **I.- GRUPO DE PROCESO.**

- A) Criterio y bases de diseño e Ingeniería básica.
- B) Elaboración de diagramas de tubería e instrumentación y de distribución de servicios.
- C) Lista de líneas a límite de baterías.
- D) Elaboración de hojas de datos de equipo.
- E) Diagramas de flujo de proceso y servicios.
- F) Lista de equipo y motores.
- G) Datos para índices de líneas e instrumentos y arreglos de equipo.
- H) Estudios especiales.

### **II.- GRUPO INSTRUMENTACION.**

- A) Especificaciones generales y criterio de diseño.
- B) Típicos de instalación, detalles de termopozos y bulbos de resistencia.
- C) Índice de Instrumentos.
- D) Rutas de señales neumáticas/suministro de aire.
- E) Interconexión señales analógicas

- F) Diagramas de interconexión de termopares.
- G) Arreglo general de tablero.
- H) Semigráfico.
- I) Lógico, esquemático y suministros eléctricos.
- J) Alambrado de anunciadores de alarma.
- K) Revisión diagramas de tubería e instrumentación.
- L) Estudios Especiales.

### III.- GRUPO MECANICO DE RECIPIENTES.

- A) Planos para cambiadores de calor.
- B) Plano para esfera.
- C) Planos para recipientes.
- D) Revisión diagramas de tubería e instrumentación.
- E) Cubicación de placa.
- F) Planos norma y especificaciones mecánicas.
- G) Estudios especiales.

### IV.- GRUPO DE TUBERIAS.

- A) Criterio de diseño, revisión y dibujo, diagramas de tubería e instrumentación.
- B) Revisión y dibujo de distribución de servicios.
- C) Dibujo de diagramas de balance de servicios.
- D) Arreglos de equipo.
- E) Elevación de equipo.
- F) Elaboración de maqueta.



- F.1) Elaboración de "Plannings".
- F.2) Fabricación de equipos y tuberías.
- F.3) Fabricación de mesas y capelos.
- G) Arreglos de tubería.
- H) Elaboración de isométricos.
- I) Elaboración de índice de líneas.
- J) Elaboración de estudios especiales.

V.- GRUPO DE FLEXIBILIDAD.

- A) Criterio de diseño e información básica.
- B) Soportes especiales.
- C) Revisión de boquillas.
- D) Análisis de arreglos.
- E) Localización de soportes.
- F) Estudios especiales.

VI.- GRUPO DE SISTEMA CONTRA INCENDIO.

- A) Criterio de diseño e información básica.
- B) Arreglo general de la red contra incendio.
- C) Detalles generales.
- D) Isométricos y cálculo hidráulico.

VII.- GRUPO DE SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO.

- A) Especificaciones de diseño e información básica.

- B) Planta distribución de ductos en cuarto de control.
- C) Elevación y detalles de los ductos en el cuarto de control.

#### VIII.- GRUPO ELECTRICO.

- A) Diagramas elementales de control.
- B) Diagramas de interconexiones.
- C) Clasificación de áreas elevaciones y plantas.
- E) Distribución de fuerza cuarto de control planta y detalles.
- F) Distribución de tierras y pararrayos de la planta.
- G) Distribución de tierras y pararrayos del cuarto de control.
- H) Diagrama unifilar general.
- I) Diagrama unifilar CCM.
- J) Elaboración de criterios y especificaciones generales de diseño.
- K) Conexión de instrumentos; planta, cortes y elevaciones.
- L) Lista de conduit y cable.
- LL) Cuadros de Cargas, símbolos y notas generales.
- M) Distribución de alumbrado planta.
- N) Alumbrado plataformas.
- Ñ) Distribución de alumbrado cuarto de control.
- O) Distribución de teléfonos.
- P) Sistema de intercomunicación.
- Q) Cubicaciones.
- R) Estudios especiales.

IX.- GRUPO ESTRUCTURAL.

- A) Drenajes, instalaciones enterradas y losa de piso.
- B) Cimentaciones de bombas.
- C) Cimentación de compresores.
- D) Plataformas y estructuras para esferas, quemador, compresores y descargaderas.
- E) Estructura de cuarto de control (concreto).
- F) Arreglo general.
- G) Estructura de descargaderas.
- H) Normas:
  - i) Símbolos.
  - ii) Juntas de piso flexibles y rígidas.
  - iii) Acero de refuerzos.
  - iv) Anclas.
  - v) Escaleras.
  - vi) Barandales y rejillas.
  - vii) Conexiones tipo.
- I) Cimentación: planta y detalles esfera.
- J) Cimentación: planta y detalles de los recipientes verticales y horizontales.
- K) Cimentación: planta y detalles de los cambiadores de calor.
- L) Cimentación: planta y detalle del quemador de amoníaco.

} Equipo Dinámico.

} EQUIPO ESTÁTICO

- LL) Cimentación del cuarto de control, cuarto de bomberos y descargaderas. } ESTRUCTURAS
- M) Areas pavimentadas.
- N) Soportes de tuberías principales.
  - i) Planta, cortes y detalles, estructuras y columnas.
  - ii) Elevaciones estructura.
  - iii) Cimentación y estructuras de escaleras.
- N) Soporte de tuberías secundarias:
  - i) Cimentación soportes secundarios. planta, cortes y detalles.
  - ii) Tabla de soportes secundarios (cimentación).
- O) Espuela de FFCC Cortes y detalles.
- P) Elaboración de criterio y especificaciones de diseño y construcción.
- Q) Obra civil para registros eléctricos, telefónicos y para válvulas.
- R) Obra civil monitores e hidrantes.
- S) Revisión del reporte de mecánica de suelos y planos de taller.
- T) Cubicaciones.
- U) Estudios especiales.

X. - GRUPO ARQUITECTONICO.

- A) Plantas arquitectónicas.
- B) Plantas de plomería.

- C) Fachadas.
- D) Detalles de herrería.
- E) Cortes constructivos.
- F) Criterio de diseño.
- G) Estudios especiales.
- H) Corte sanitario.

XI.- GRUPO DE COMPRAS.

- A) Elaboración de solicitudes de cotización.
- B) Elaboración de tablas comparativas y recomendaciones comerciales.
- C) Elaboración de órdenes de compra y suplementos a las mismas.
- D) Juntas con proveedores.
- E) Expedición y control de dibujos de proveedores.

XII.- GRUPO ESTIMACION Y CONTROL DE COSTOS.

- Estimación de costos de Proyectos. Tipo orden de Magnitud para selección de Alternativas Tecnológicas.
- Estimación de costos para la preparación de propuestas de Ingeniería Básica.
- Estimación de costos para preparación de propuestas de Ingeniería de Detalle.
- Actualización continua de costos de materiales.
- Proyecciones de costos de mano de obra y materiales.
- Análisis e integración de precios unitarios, para diferentes ramas de la construcción (Obra Civil, Obra Electromecánica, etc.)

- Participación con el grupo de desarrollo en el establecimiento y análisis de aspectos económicos en la preparación de contratos y propuestas.
- Preparación de estudios especiales.
- Elaboración de estimación de costos detalladas de Ingeniería (Básica y de detalle) y a petición del cliente, globales del proyecto.
- Elaboración de Curvas de Avance para Ingeniería y Construcción.
- Preparación de Reportes Mensuales de recursos asignados a proyectos.
- Curvas mensuales de erogaciones de proyectos en las fases de Ingeniería y Construcción.
- Reportes de tiempo dedicados a la construcción.
- Reportes de asistencia de personal de construcción.
- Programación de recursos y maquinaria en etapas de construcción.
- Pronósticos mensuales de erogaciones de proyectos en las fases de Ingeniería y Construcción.
- Análisis e integración de rendimientos para actividades de Ingeniería y Construcción.
- Participación con la gerencia de proyecto en la preparación de programas de Ingeniería y Construcción.
- Asesoría al grupo de Contabilidad para la preparación del cierre contable de proyecto.

### XIII.- GRUPO DE IMPACTO AMBIENTAL.

(Normalmente este grupo no está integrado a la firma de Ingeniería).

- A) Descripción del Proyecto.
- B) Descripción del Escenario Ambiental.

- C) Identificación de Impactos Ambientales (Evaluación Preliminar).
- D) Evaluación de Impactos Ambientales.
- E) Medidas de Mitigación.

#### **ACTIVIDADES GENERALES.**

- I.- Actividades Administrativas ( Reportes, programas, juntas de proyecto).
- II.- Supervisión departamental.
- III.- Elaboración de listas de material.
- IV.- Elaboración de tablas comparativas y recomendaciones técnicas.
- V.- Revisiones para compra de requisiciones y listas de material.
- VI.- Juntas con proveedores e internas.
- VII.- Revisión de Información de proveedores.
- VIII.- Revisión cruzada de información.
- IX.- Visitas a la obra.
- X.- Información para libros de proyecto.

a) PROGRAMACION

Vemos las cosas  
no como son,  
sino,  
como nosotros somos...

H.M. TOMLISON (1873-1958)



TIEMPO (MESES)

2

4

6

8

10

12

14

16

18

20

22

24

26

28

30

ACTIVIDAD

INGENIERIA BASICA

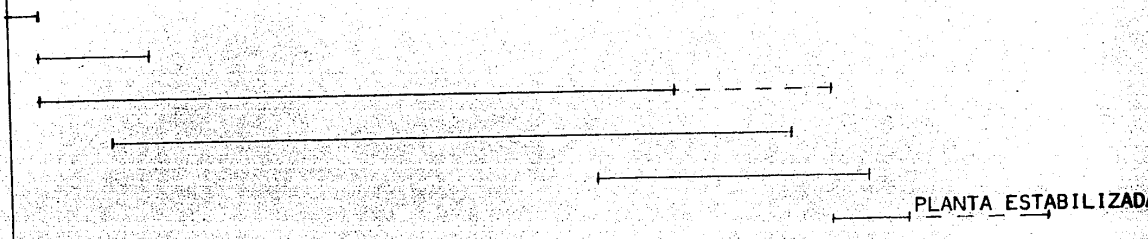
INGENIERIA DE DETALLE

PROCURACION

CONSTRUCCION

COMMISIONNING

ARRANQUE

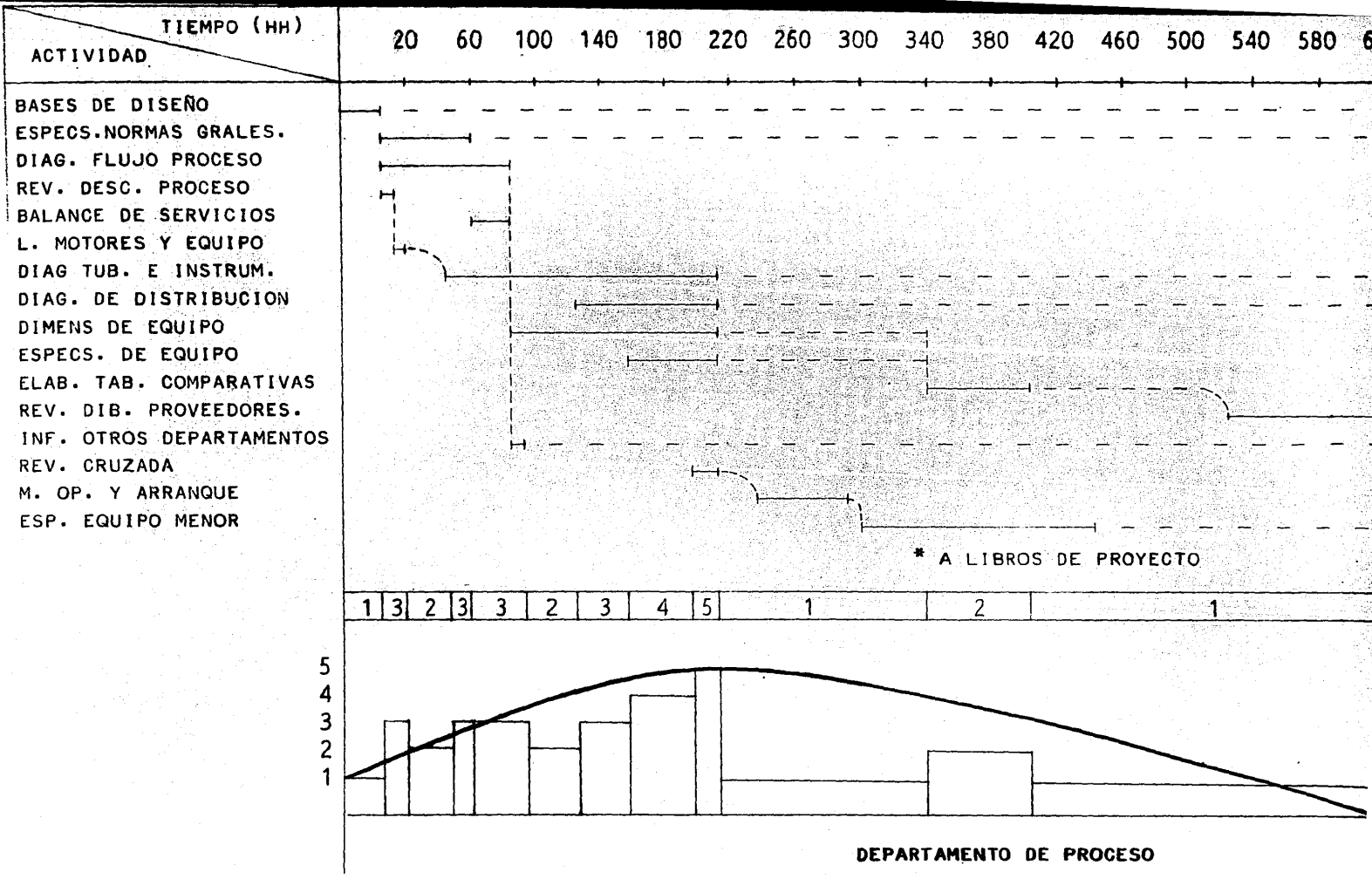


PROGRAMA GENERAL

## 1. DEPTO; PROCESO

CONCEPTO	HH/UNIDAD	# PLANOS Y/O DOC.	HH TOTALES
A BASES DE DISEÑO			
A.1 ELABORACION DE CUESTIONARIO PARA ING. DE DETALLE.	10	1	10
B PREPARACION DE ESPECIFICACIONES Y NOR MAS APLICABLES	50	---	50
C DIAGRAMAS DE FLUJO			
C.1 REVISION Y ACTUALIZACION DEL PRO- CESO	10	3	30
C.2 SERVICIOS	40	1	40
D REVISION Y ACTUALIZACION DE LA DES- CRIPCION DEL PROCESO.	5	---	5
E REVISION Y ACTUALIZACION DE LOS BALAN CES DE MATERIA Y ENERGIA			
E.1 PROCESO	---	---	---
E.2 SERVICIOS	20	---	20
F REVISION Y ACTUALIZACION LISTA DE E- QUIPOS Y MOTORES	5	---	5
G DIAGRAMAS DE TUBERIA E INSTRUMENTA- CION			
G.1 REVISION Y ACTUALIZACION DE PRO- CESO	40	4	160
H DIAGRAMAS DE DISTRIBUCION DE SERVI- CIOS	80	1	80
I REVISION Y ACTUALIZACION DIMENSIONA- MIENTO DE EQUIPO			
I.1 RECIPIENTES	10	---	10
I.2 CAMBIADORES DE CALOR	20	4	80
I.3 EQUIPO ROTATORIO	10	3	30
I.4 EQUIPO ESPECIAL	10	1	10
J ESPECIFICACION DE EQUIPO			
J.1 REVISION PARA COMPRA Y ACTUALI- ZACION	10	4	40
J.2 EQUIPO MENOR	10	---	10
K ELABORACION DE TABLAS COMPARATIVAS TECNICAS	20	3	60

CONCEPTO	HH/UNIDAD	# PLANOS Y/O DOC.	HH TOTALES
L REVISION DE DIBUJOS DE PROVEEDOR	100	---	100
M REVISION Y ACTUALIZACION DE DATOS DE PROCESO PARA INSTRUMENTOS	10	---	10
N INCORPORACION Y ACTUALIZACION DE DATOS DE PROCESO A INDICE DE LI- NEAS	10	---	10
O REVISION CRUZADA	50	---	50
P MANUALES DE OPERACION Y ARRANQUE	150	---	150
Q COORDINACION	95	---	95
SUBTOTAL			1055 HH

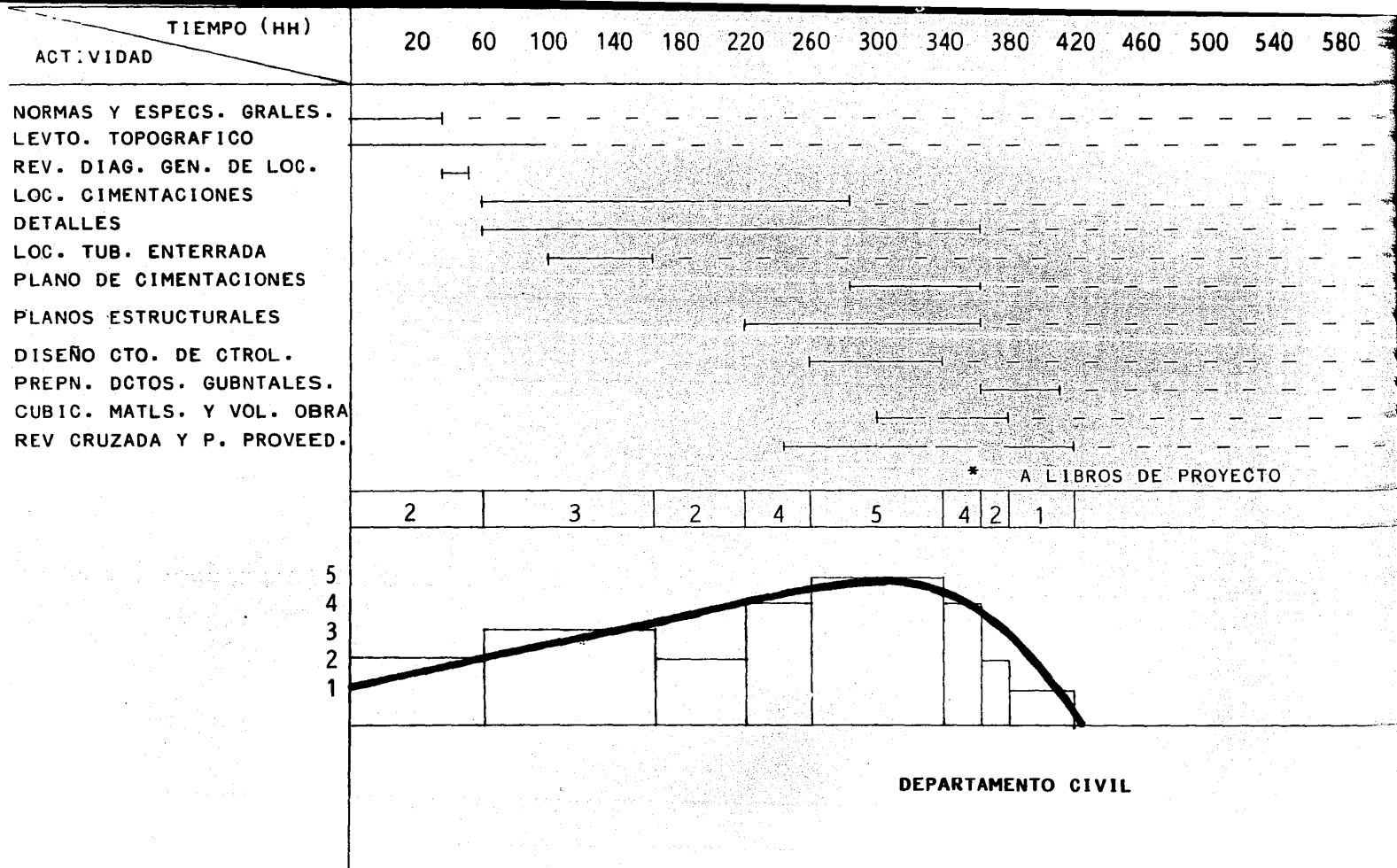


## ESTIMADO DE HORAS

## INGENIERIA DE DETALLE

## 2. DEPTO: CIVIL

CONCEPTO	HH/UNIDAD	# PLANOS Y/O DOC.	HH TOTALES
A PREPARACION DE NORMAS Y ESPECIFICACIONES APLICABLES	30	---	30
B LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DEL TERRENO	100	1	100
C REVISION Y ACTUALIZACION DEL ARREGLO GENERAL DE LOCALIZACION	10	1	10
D PLANOS DE LOCALIZACION DE CIMENTACIONES, ESTRUCTURAS Y EDIFICIOS	110	2	220
E PALNO DE DETALLES	60	5	300
F DISEÑO DE ESPUELA DE FFCC	50	---	50
G DISEÑO DE TUBERIAS ENTERRADAS	80	1	80
H DISEÑO DE CIMENTACIONES DE EQUIPO Y ESTRUCTURAS	7	20	140
I DISEÑO CIVIL Y ARQUITECTONICO DEL CUARTO DE CONTROL	80	1	80
J PREPARACION DE DOCUMENTOS PARA TRAMITES OFICIALES	50	---	50
K CUBICACION DE MATERIALES Y VOLUMENES DE OBRA	80	---	80
L COORDINACION	120	---	120
M REVISION CRUZADA	50	---	50
SUBTOTAL			1310 HH



DEPARTAMENTO CIVIL

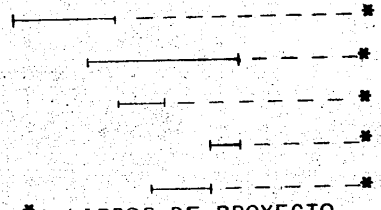
## ESTIMADO DE HORAS

## INGENIERIA DE DETALLE

## 3. DEPTO: ARQUITECTONICO

CONCEPTO	HH/UNIDAD	# PLANOS Y/O DOC.	HH TOTALES
A PREPARACION DE NORMAS Y ESPECIFICACIONES APLICABLES	60	---	60
B PLANOS ARQUITECTONICOS DEL CUARTO DE CONTROL (PLANTA Y ELEVACION)	80	1	80
C DETALLES DE HERRERIA	20	---	20
D CUBICACION DE MATERIALES	20	---	20
E REVISION CRUZADA	25	---	25
F COORDINACION	25	---	25
			<hr/>
	SUBTOTAL		230 HH

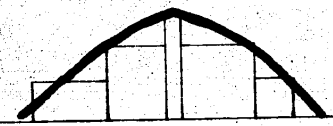
ACTIVIDAD	TIEMPO (HH)	20	60	100	140	180	220	260	300	340	380	420	460	500	540	580
NORMAS Y ESPECS. GRALES.																
PLANTAS ARQUITECTONICAS																
HERRERIA																
CUBIC. MATERIALES.																
REV. CRUZADA																



\* A LIBROS DE PROYECTO

1	2	3	2	2	1
---	---	---	---	---	---

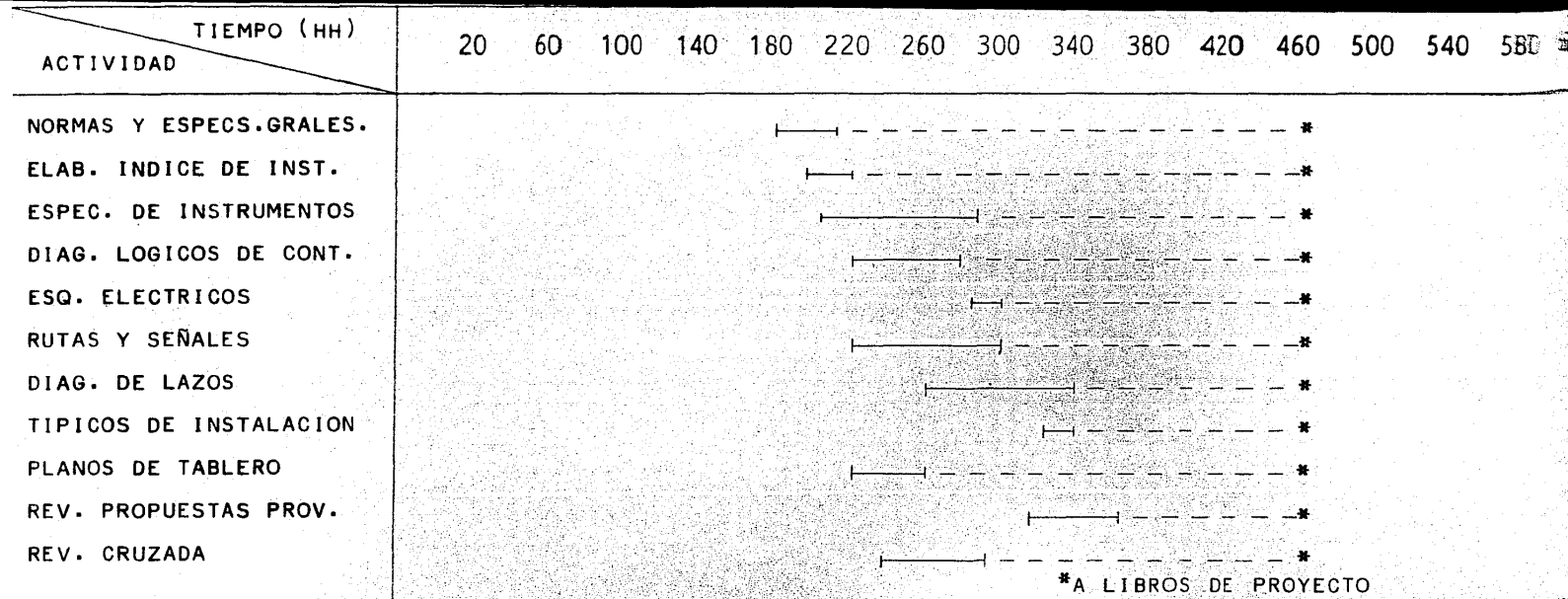
5  
4  
3  
2  
1



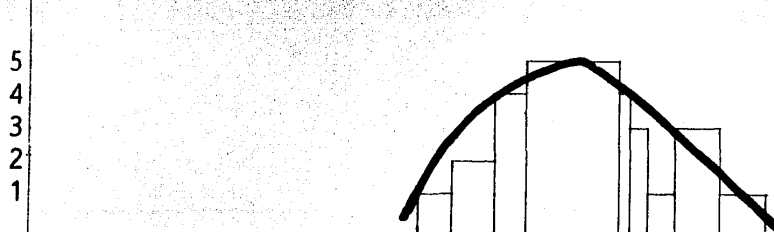
DEPARTAMENTO ARQUITECTONICO







\*A LIBROS DE PROYECTO

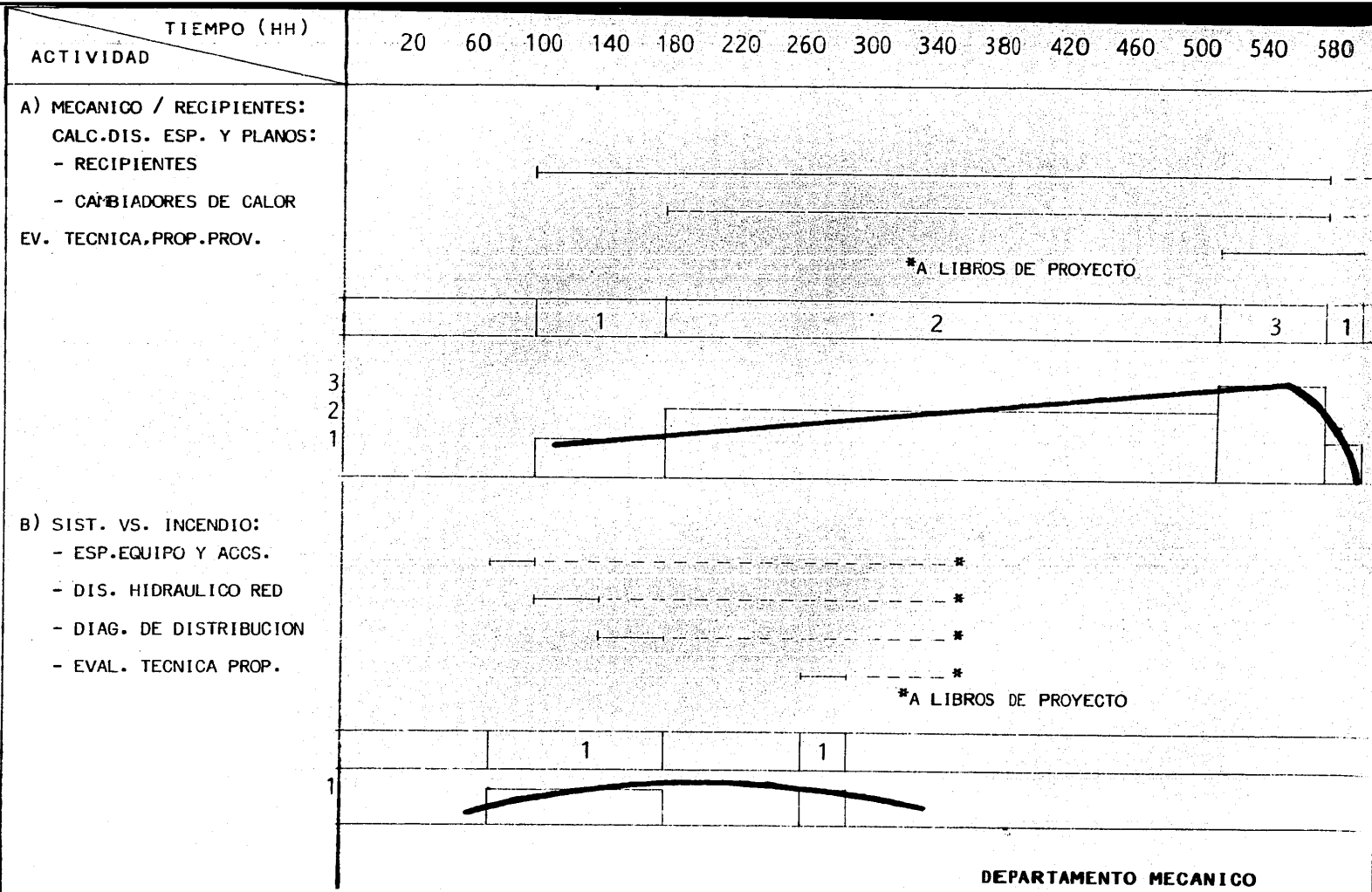


DEPARTAMENTO INSTRUMENTACION

## 5. DEPTO: MECANICO

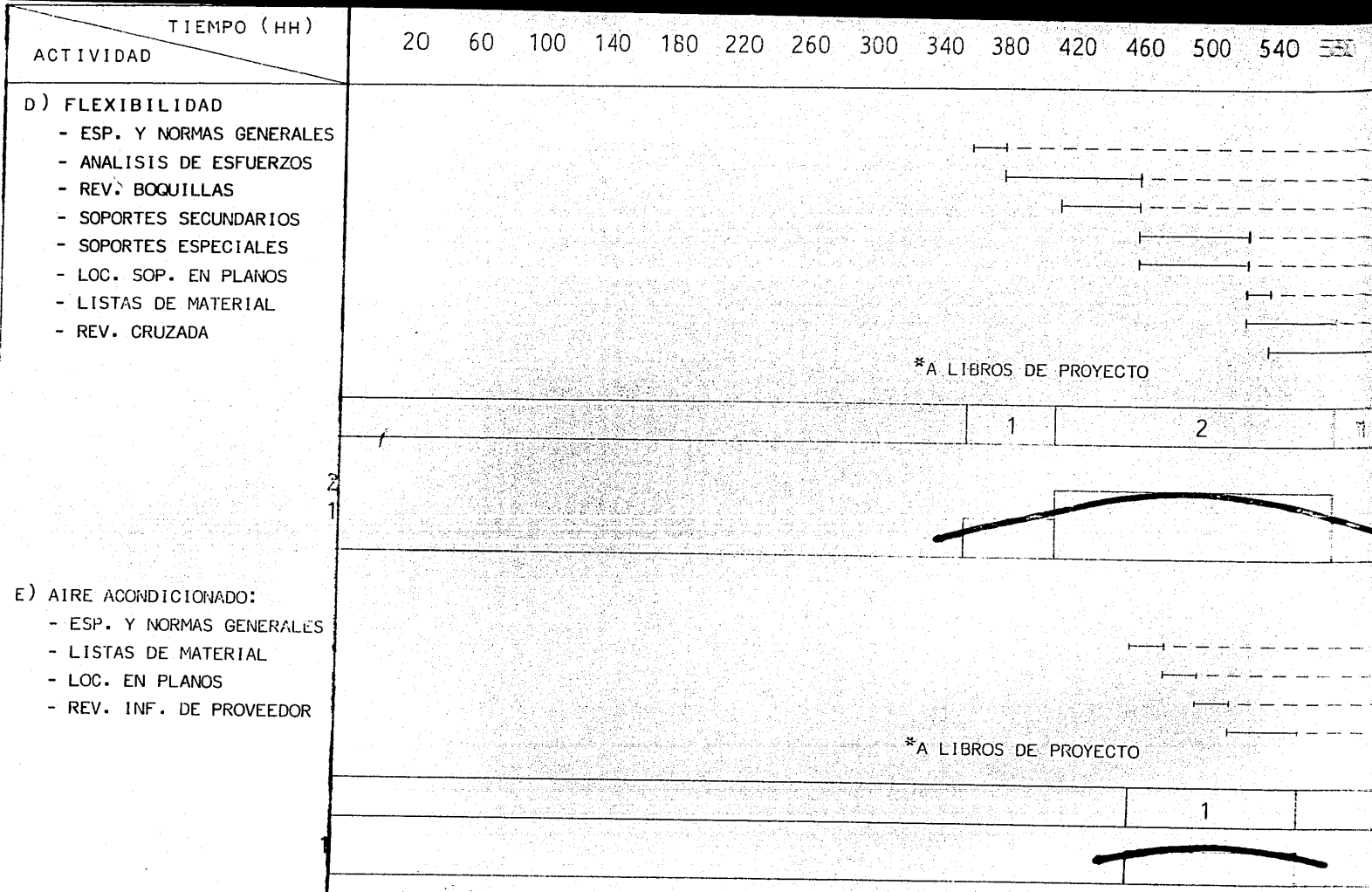
CONCEPTO	HH/UNIDAD	# PLANOS Y/O DOC.	HH TOTALES
<b>A RECIPIENTES</b>			
A.1 PREPARACION DE NORMAS Y ESPECIFICACIONES APLICABLES	30	---	30
A.2 CALCULO, DISEÑO, ESPECIFICACION Y PLANOS DE:			
- RECIPIENTES	80	6	480
- CAMBIADORES DE CALOR	100	4	400
A.3 EVALUACION TECNICA DE PLANOS DE TALLER	80	---	80
<b>B SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO</b>			
B.1 ESPECIFICACION PARA AIRE ACONDICIONADO.	30	---	30
B.2 DISEÑO DE LOS DUCTOS	20	---	20
B.3 DIAGRAMA DE LOCALIZACION	40	1	40
B.4 EVALUACION TECNICA DE PROPUESTAS	30	---	30
<b>C SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO</b>			
C.1 ESPECIFICACION DE EQUIPO Y ACCESORIOS	30	---	30
C.2 DISEÑO HIDRAULICO DE LA RED	30	---	30
C.3 DIAGRAMA DE DISTRIBUCION	40	1	40
C.4 EVALUACION TECNICA DE PROPUESTAS DE EQUIPO	30	---	30
<b>D TUBERIAS</b>			
D.1 REVISION DIAGRAMAS DE PROCESO Y "DT'IS"	30	---	30
D.2 PLANOS DE ARREGLO DE EQUIPO	100	2	200
D.3 REVISION Y ACTUALIZACION INDICE DE TUBERIAS	30	---	30
D.4 ARREGLOS DE TUBERIAS PLANTA Y ELEVACION	110	4	440
D.5 ISOMETRICOS DE TUBERIAS DESDE 2" O	5	60	300
<b>E SELECCION Y ESPECIFICACION DE ACCESORIOS ESPECIALES DE TUBERIAS</b>	20	---	20





DEPARTAMENTO MECANICO



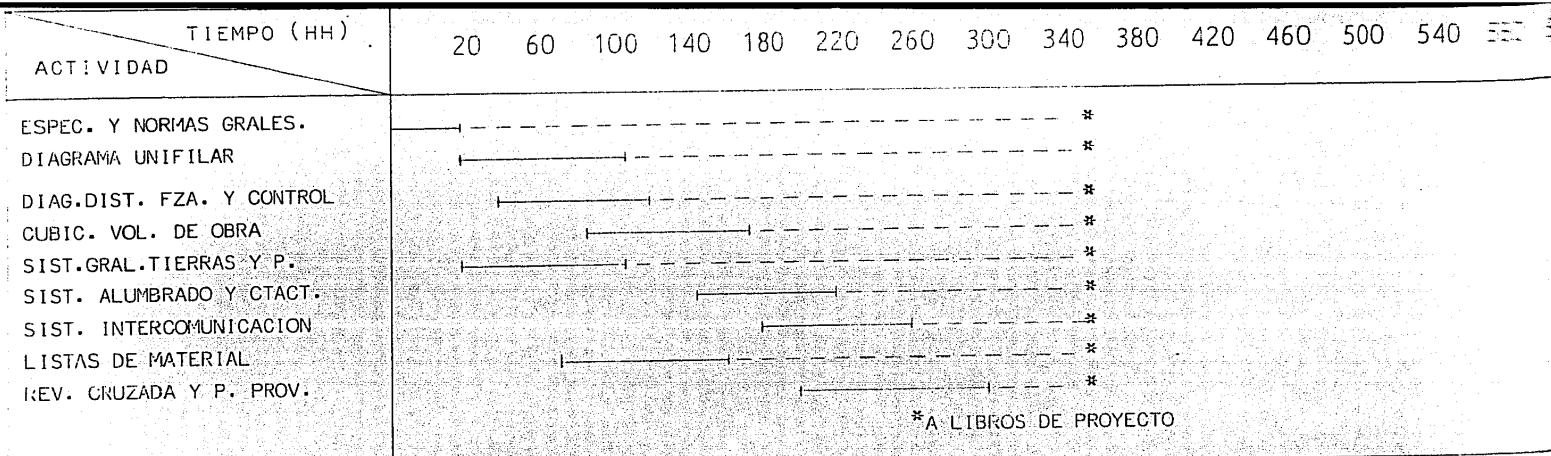


**DEPARTAMENTO MECANICO**

## 6. DEPTO: ELECTRICO

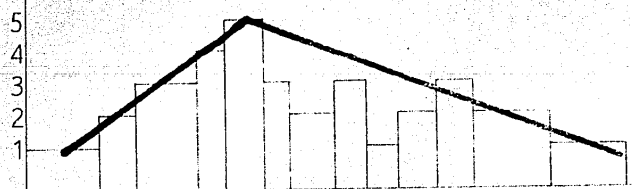
CONCEPTO	HH/UNIDAD	# PLANOS Y/O DOC.	HH TOTALES
A PREPARACION DE NORMAS Y ESPECIFICACIONES	30	---	30
B ESPECIFICACION DE EQUIPOS ELECTRICOS	60	---	60
C DIAGRAMA UNIFILAR	80	1	80
D DIAGRAMA DE DISTRIBUCION GENERAL DE FUERZA	80	1	80
E DISTRIBUCION DE FUERZA Y CONTROL	100	2	220
F CEDULA DE CABLE Y CONDUIT	80	1	80
G SISTEMA GENERAL DE TIERRAS Y PARARRAYOS	80	1	80
H DISTRIBUCION DE ALUMBRADO Y CONTACTOS	80	1	80
I PLANOS DE SIMBOLOS, CUADROS DE CARGA Y DETALLES DE MONTAJE	70	4	280
J SISTEMA DE INTERCOMUNICACION	80	1	80
K LISTA DE MATERIALES	90	---	90
L REVISION CRUZADA	50	---	50
M COORDINACION	120	---	120
			<hr/>
SUBTOTAL			1330 HH





\*A LIBROS DE PROYECTO

1	2	3	4	5	3	2	3	1	2	3	2	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



DEPARTAMENTO ELECTRICO

## 7. DEPTO: PROCURACION

CONCEPTO	HH/UNIDAD	# PLANOS Y/O DOC.	HH TOTALES
A PREPARACION DE SOLICITUD DE COTIZACION	240	---	240
B ELABORACION DE TABLAS COMPARATIVAS Y RECOMENDACIONES COMERCIALES	100	---	100
C ELABORACION DE ORDENES DE COMPRA	120	---	120
D CONTROL DE DIBUJOS DE PROVEEDORES	150	---	150
E EXPEDITACION	50	---	50
F INSPECCION	180	---	180
G COORDINACION	80	---	80
			<hr/>
	SUBTOTAL		920 HH

TIEMPO (MESES)

2

4

6

8

10

12

14

16

18

ACTIVIDAD

RECIPIENTES

A- COTIZACION

B- TABLA C Y REC.

C- ORDEN DE COMPRA

D- PLANOS APROBACION

E- PLANOS FINALES

F- INSPECCION

G- EMBARQUE EQUIPO

COMPRESORES

A- COTIZACION

B- TABLA C Y REC

C- ORDEN DE COMPRA

D- PLANOS APROBACION

E- PLANOS FINALES

F- INSPECCION

G- EMBARQUE EQUIPO

BOMBAS

A- COTIZACION

B- TABLA C Y REC.

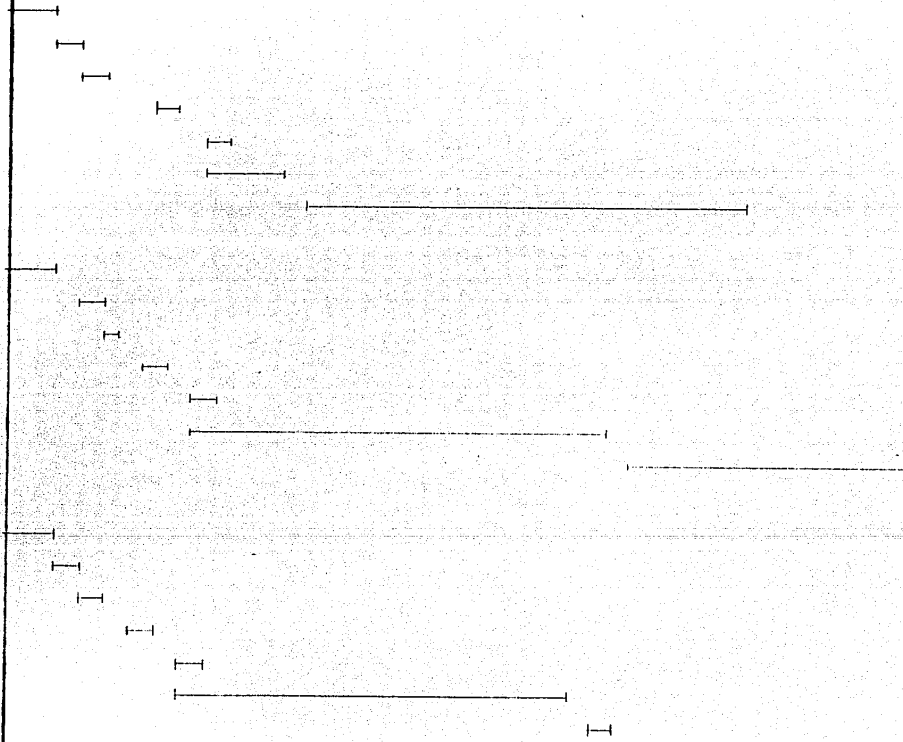
C- ORDEN DE COMPRA

D- PLANOS APROBACION

E- PLANOS FINALES

F- INSPECCION

G- EMBARQUE EQUIPO



TIEMPO (MESES)

2

4

6

8

10

12

14

16

18

20

ACTIVIDAD

EQUIPO MENOR

A- ORDEN DE COMPRA

B- PLANOS FINALES

C- INSPECCION

D- EMBARGUE

QUEMADOR

A- COTIZACION

B- TABLA C Y REC.

C- ORDEN DE COMPRA

D- PLANOS APROBACION

E- PLANOS FINALES

F- INSPECCION

G- EMBARGUE

SYSTEM. AIRE ACOND.

A- COTIZACION

B- RECOMENDACION

C- ORDEN DE COMPRA

D- PLANOS APROBACION

E- PLANOS FINALES

F- INSPECCION

G- EMBARGUE

DCM

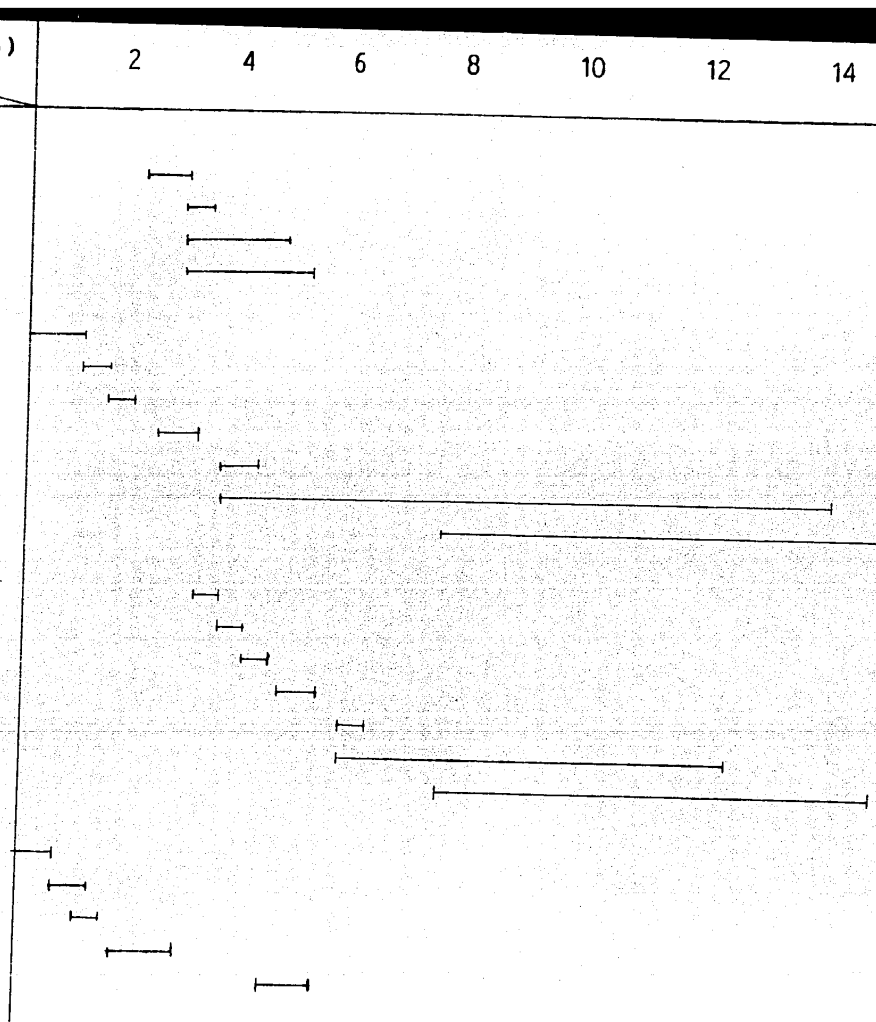
A- COTIZACION

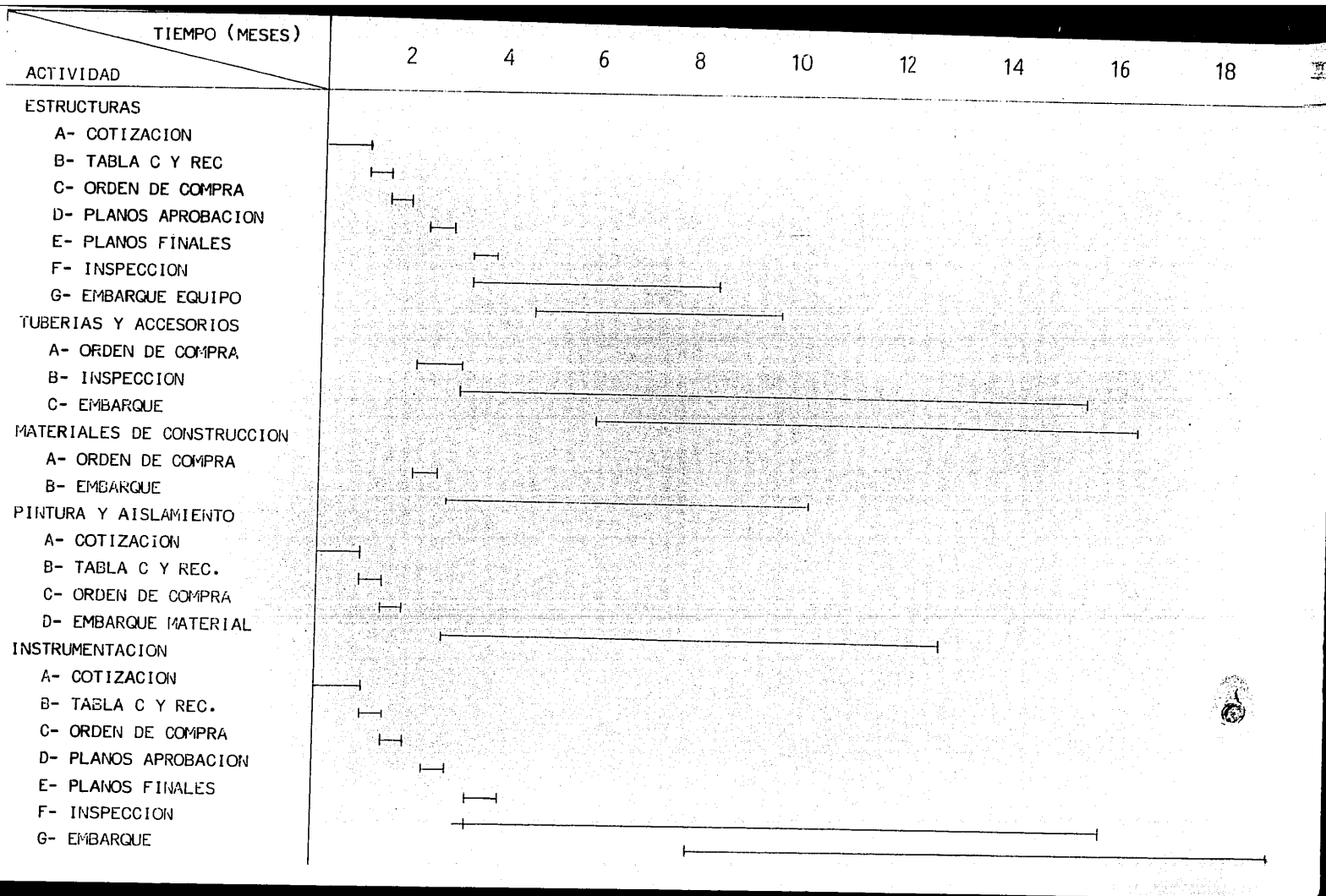
B- RECOMENDACION

C- ORDEN DE COMPRA

D- PLANOS APROBACION

E- PLANOS FINALES





TIEMPO (MESES)

2

4

6

8

10

12

14

16

18

20

ACTIVIDAD

F- INSPECCION

G- EMBARQUE

MAT. ELECTRICO

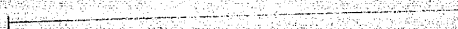
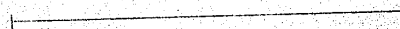
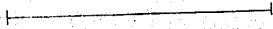
A- ORDEN DE COMPRA

B- EMBARQUE

MAT ESPUELA DE FFCC

A- ORDEN DE COMPRA

B- EMBARQUE



## 8. DEPTO: IMPACTO AMBIENTAL

CONCEPTO	HH/UNIDAD	# PLANOS Y/O DOC.	HH TOTALES
A DESCRIPCION DEL ESCENARIO AMBIENTAL	50	---	50
B IDENTIFICACION DE IMPACTOS	20	---	20
C EVALUACION DE IMPACTOS	30	---	30
D MEDIDAS DE MITIGACION	30	---	30
E COORDINACION	15	---	15
			<hr/>
	SUBTOTAL		145 HH

## 9. PROGRAMACION Y CONTROL

CONCEPTO	HH/UNIDAD	# PLANOS Y/O LOC.	HH TOTALES
A PROGRAMACION:			
A.1 PROGRAMA DE INGENIERIA	100	1	100
A.2 PROGRAMA DE PROCURACION	60	1	60
A.3 ACTUALIZACIONES MENSUALES	6	5	30
B INGENIERIA DE COSTOS:			
B.1 ESTIMADO DE OBRA PRELIMINAR	200	1	200
B.2 ACTUALIZACION	100	1	100
C CONTROL			
C.1 CURVA DE EROGACIONES	60	---	60
C.2 CONTROL DE RECURSOS	60	---	60
C.3 REPORTES	100	---	100
C.4 ACTUALIZACIONES MENSUALES	6	5	30
COORDINACION GENERAL	70	---	70
SUBTOTAL			810 HH



## b) INGENIERIA DE PROCESO

Los animales conocen su propia capacidad;  
un oso no intentará volar,  
un caballo desapeado se lo pensará mejor  
antes de saltar una valla de cinco barrotes.  
Un perro se aparta por instinto  
al ver una zanja demasiado ancha y profunda,  
pero vemos que el hombre es la única criatura  
que, con loco impulso combate a la naturaleza;  
que, cuando con poderosa voz grita: !"Atrás"!,  
permanece allí con obstinación;  
y a donde el genio menos le inclina,  
encamina absurdamente todos sus designios.

J. SWIFT

**b.1. - LISTA DE EQUIPO**

PLANTA: <u>ALM. DE AMONIACO.</u>		PROYECTO: <u>PAA-1980-001</u>					LISTA DE EQUIPO		CLASE: <u>bombas</u>	
TIPO	TAG.	DESCRIPCION	Cap. de dis. (m <sup>3</sup> /hr)	Carga de dis. (m)	Densidad relativa	Presión descarga (Kg/cm <sup>2</sup> .A)	Potencia al freno.	MateriaI Int/Ext	Observaciones	
Enlata-da	BA-102	Bomba de transferencia de amoniaco.	10.997	260.6	0.6365	21.24	11.4 HP	AI/AC		
Enlata-da	BA-104	Relevo de BA-102	10.997	260.6	0.6365	21.24	11.4 HP	AI/AC		

PLANTA: ALM. DE ANONJACO

PROYECTO: PAA-1980-001

LISTA DE EQUIPO

CLASE: cambiadores de calor

TIPO	TAG.	DESCRIPCION	Area (m <sup>2</sup> )	Material		Coraza ent/sal		Tubos ent/sal		Tamaño	Observaciones.
				Tubos	Coraza	°C	Kg/cm <sup>2</sup> A	°C	Kg/cm <sup>2</sup> A		
CYT	CH-214	Condensador de amoniac co de BC-201.	88.54	A-179	A-285-C	$\frac{158.2^*}{44.56}$	$\frac{18.96^*}{18.75}$	$\frac{39.0}{49.0}$	$\frac{4.54}{3.84}$	19"x20'	Tema B (BEM)
CYT	CH-215	Condensador de amoniac co de BC-203/205	88.54	A-179	A-285-C	$\frac{158.2^*}{44.56}$	$\frac{18.96^*}{18.75}$	$\frac{39.0}{49.0}$	$\frac{4.54}{3.84}$	19"x20'	Tema B (BEM)
CYT	CH-216	Condensador de amoniac co de BC-207	19.45	A-179	A-285-C	$\frac{114.4}{44.56}$	$\frac{18.96}{18.93}$	$\frac{39.0}{43.0}$	$\frac{4.54}{4.49}$	10"x20'	Tema B (BEM)
CYT	CH-217	Enfriador de condensa dos.	38.93	A-179	A-285-C	$\frac{152.22}{57.78}$	$\frac{5.27}{4.57}$	$\frac{39.0}{49.0}$	$\frac{4.54}{3.84}$	13"x20'	Tema B (BEM)

Clave: CYT= Cambiador de tubos y coraza

Nota; \* Las condiciones mostradas son las máximas de operación.

PLANTA: ALM. DE AMONIACO

PROYECTO: PAA-1980-001

LISTA DE EQUIPO

CLASE: compresores

TIPO	TAG.	DESCRIPCION	Cap. de Dis. (ICM)	Cond. de diseño		Temp de Descarga °C	Etapas	Potencia motor. (HP)	OBSERVACIONES
				P. ent. (Kg/cm <sup>2</sup> A)	P. sal. (Kg/cm <sup>2</sup> A)				
RECIP.	BC-201	Compresor de amoniaco Nº 1	18.28	4.63	19.91	114.4	2	500	
RECIP	BC-203	Compresor de amoniaco Nº 2	18.20	4.63	19.91	114.4	2	500	
RECIP.	BC-205	Compresor de relevo de BC-201/203	18.28	4.63	19.91	114.4	2	500	
RECIP.	BC-207	Compresor de Holding de amoniaco	0.75	4.63	19.91	114.4	2	500	

PLANTA: <u>ALM. DE AMONIACO</u>		PROYECTO: <u>PAA-1980-001</u>		LISTA DE EQUIPO		CLASE: <u>Miscelaneos</u>	
ITEM	TAG	DESCRIPCION	CAPACIDAD	PRESION DE DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> A)	MATERIAL	OBSERVACIONES	
1	CH-218	Purgador de Inertes	633.75 Ton. Ref	19.68	A-285-C	---	
2	MN-219	Resistencia TH-209	41 Kwatts	5.68	Elmto. Inceloy 800	Operación no continua	
3	MN-401	Quemador de Amoniaco	2802.6 Kg/Hr	ATMOSFERICA	A-106-B	Diámetro = 3" Altura = 14 m.	

PLANTA: <u>ALM. DE AMONIACO</u>		PROYECTO: <u>PAA-1980-001</u>					LISTA DE EQUIPO		CLASE: <u>Motores Eléctricos</u>	
TIPO	TAG	DESCRIPCION	Capac. (HP)	Voltaje (volts)	Fases	Ciclos (cps)	Carcaza	Potencia al freno HP	OBSERVACIONES	
IJA	ME-103	Motor para BA-102	15	440	3	60	TCCV	11.4		
IJA	ME-105	Motor para BA-104	15	440	3	60	TCCV	11.4		
IJA	ME-202	Motor para BC-201	500	4160	3	60	TCCV	457.06		
IJA	ME-204	Motor para BC-203	500	4160	3	60	TCCV	457.06		
IJA	ME-206	Motor para BC-205	500	4160	3	60	TCCV	457.06		
IJA	ME-208	Motor para BC-207	20	440	3	60	TCCV	18.36		

PLANTA: <u>ALM. DE AMONIACO</u>		PROYECTO: <u>PAA-1980-001</u>		LISTA DE EQUIPO				CLASE: <u>Recipientes</u>	
TIPO	TAG	DESCRIPCION	CAPACIDAD. (m <sup>3</sup> )	MATERIAL	LONGITUD (m)	DIAMETRO (m)	PRESTION DE DIS. (Kg/cm <sup>2</sup> A)	TEMP DE DIS. (°C)	OBSERVACIONES
ESFER.	TE-101	Tanque de almacenamiento de amoniaco	6370	A-515-PV	---	23	6.38	-29	esp: 1" y 1 5/16"
VERT.	TH-209	Separador de liquidos	9	A-285-C	2.9	1.95	6.38	361.11	esp: 5/16"
VERT.	TH-210	Separador de aceite de BC-201	2.03	A-285-C	1.8	1.2	19.7	361.11	esp: 5/8"
VERT.	TH-211	Separador de aceite de BC-203/205	2.03	A-285-C	1.8	1.2	19.7	361.11	esp: 5/8"
VERT.	TH-212	Separador de aceite de BC-207	0.02	A-106-B	0.36	0.24	19.7	361.11	esp: 3/16"
HORIZ.	TH-213	Tanque acumulador	4.95	A-515-PVQ	5.5	1.07	19.7	-29	esp: 3/4"
VERT.	TH-4O2	Separador de liquidos a quemador.	0.05	A-106-B	0.762	0.305	7.44	361.11	esp: 1/8"



**b-2. - BASES DE DISEÑO.**

**I.- DATOS GENERALES.**

**a) Datos del Lugar:**

País	México
Estado	Tabasco
Altura sobre el nivel del mar	25 m.
Coordenadas (longitud y latitud)	93° y 18°
Zona sísmica	3 Código de California
Capacidad de carga del suelo (a la profundidad de desplante)	1.5 Kg/cm <sup>2</sup>
Nivel Freático	1.5 m.

**b) Suministro de corriente eléctrica**

Fuentes disponibles	C.F.E.
Voltaje	115 Kv

**c) Area disponible** 5 000 m

**d) Datos disponibles**

Velocidad media del viento	20.7 Km/hr
Velocidad máxima del viento	240 Km/hr
Vientos reinantes	del Sureste
Vientos dominantes	del Noreste
Precipitación pluvial en días por año	121 días

Meses de máxima precipitación	junio, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre
Precipitación pluvial máxima en 24 hrs	672 mm
Precipitación pluvial máxima por hora	83 mm
Presión barométrica máxima de diseño	760 mm de Hg
Temperatura de bulbo seco máximo anual	42 °C
Temperatura de bulbo seco mínima anual	5 °C
Temperatura de bulbo seco de diseño	40 °C
Gradiente máximo diario de temperatura	28 °C
Promedio de temperatura máxima mensual	31 °C
Temperatura de bulbo húmedo de verano	34 °C
Temperatura de bulbo húmedo de invierno	28 °C
Temperatura de bulbo húmedo de diseño	34 °C
Humedad relativa máxima anual	98 %
Humedad relativa mínima anual	42 %
Humedad relativa de diseño	95 %
Tormentas eléctricas por año	31 días en 3 años

e) Drenajes

Sanitario

Fierro fundido

Pluvial

Concreto armado

f) Límites de contaminación atmosférica

Según Leyes y Códigos Estatales y Federales

g) Límites de contaminación de agua	Según Leyes y Códigos Estatales y Federales
h) Capacidad de almacenamiento de la planta	3 500 000 Kg
i) Presión de almacenamiento	4.63 Kg/cm <sup>2</sup> A
j) Temperatura de almacenamiento	1.5 °C
k) Horas de operación por año	7 200
l) Materia prima:	
Amoniaco anhidro	
Presión	15.85 Kg/cm <sup>2</sup> Abs.
Temperatura	40 °C
Pureza	Min. 99.5% peso
Humedad	Máx. 0.2% peso
Impureza	Fierro 5 ppm Aceite 25 ppm máx.
Recibido en	Carros Tanque Ferrocarril
Flujo de Alimentación	40 000 Kg/hr
m) Producto	
Amoniaco Anhidro	
Presión	20.0 Kg/cm <sup>2</sup> A
Temperatura	1.5 °C
Salida Máxima	7 000 Kg/hr

n) Análisis de agua pretratada disponible

Componente	ppm (como CaCO <sub>3</sub> )
Ca <sup>++</sup>	68.00
Mg <sup>++</sup>	92.00
	83.00
Total Cationes	243.00
HCO	156.20
CO	0.00
OH	0.00
SO	60.14
Cl	26.76
NO <sub>3</sub>	0.00
Total Aniones	243.00
Dureza Total	160.00
CO <sub>2</sub> en ppm de CO <sub>2</sub>	52.00
SiO <sub>2</sub> en ppm de SiO <sub>2</sub>	51.80
pH	6.80
Sólidos suspendidos	10.00
Olor	ninguna
Color	ninguna

o) Servicios Auxiliares

1.0 Agua

1.1 Agua de enfriamiento

Presión de suministro

3.51 Kg/cm<sup>2</sup> M

Temperatura de suministro

39 °C

Procedencia

Torre de enfriamiento

1.2 Agua de servicios

Presión

3 Kg/cm<sup>2</sup> M

Temperatura

ambiente

Procedencia

fosa

1.3 Agua potable

Presión

Temperatura

Procedencia

} Barrafones

1.4 Agua contra incendio

Presión

7.03 Kg/cm<sup>2</sup> G

Temperatura

ambiente

Procedencia

red contra incendios

2.0	Aire	
2.1	Aire de instrumentos	
	Presión	7.03 Kg/cm <sup>2</sup> G
	Temperatura	40 °C
	Punto de rocío	-40 °C
	Procedencia	Becador aire de instrumentos
2.2	Aire de plantas	
	Presión	7.5 Kg/cm <sup>2</sup> G
	Temperatura	40 °C
	Procedencia	Compresor de aire de plantas
3.0	Combustible	
	Gas Natural	
	Presión	6 Kg/cm <sup>2</sup> G
	Temperatura	40 °C
	Poder calorífico bajo	7225 Kcal/Kg
	Poder calorífico alto	6408 Kcal/Kg
	Peso molecular	17.317
	Procedencia	PEMEX
	Contenido de azufre	despreciable
	Análisis:	% en mol
	C <sub>1</sub>	92.8
	C <sub>2</sub>	5.5
	C <sub>3</sub>	1.5
	C <sub>4+</sub>	0.2
	H <sub>2</sub> O	Saturado

#### 4.0 Energía Eléctrica

4.1 4160 v, 3 fases, 60 Hz para motores de 250 Hp y mayores

4.2 440 v, 3 fases, 60 Hz para motores entre 1 y 200 Hp

4.3 115 v, 1 fase, para motores menores de 1 Hp

4.4 115 v, 1 fase, 60 Hz, para instrumentos

4.5 480/220/120 v, 1 fase, 60 Hz para alumbrado

#### 5.0 Vapor

Vapor a baja presión

Presión 5.3 Kg/cm<sup>2</sup> G

Temperatura 154.0 °C

Procedencia Cabezal de distribución

#### 6.0 Condensado

Condensado de Baja Presión 5.3 Kg/cm<sup>2</sup> G

Temperatura 154.0 °C

Procedencia Cabezal de recolección

p) Efluentes

1.0 Líquidos

Presión

Temperatura

B O D

Composición

2.0 Gaseosos

Presión

Temperatura

% NO

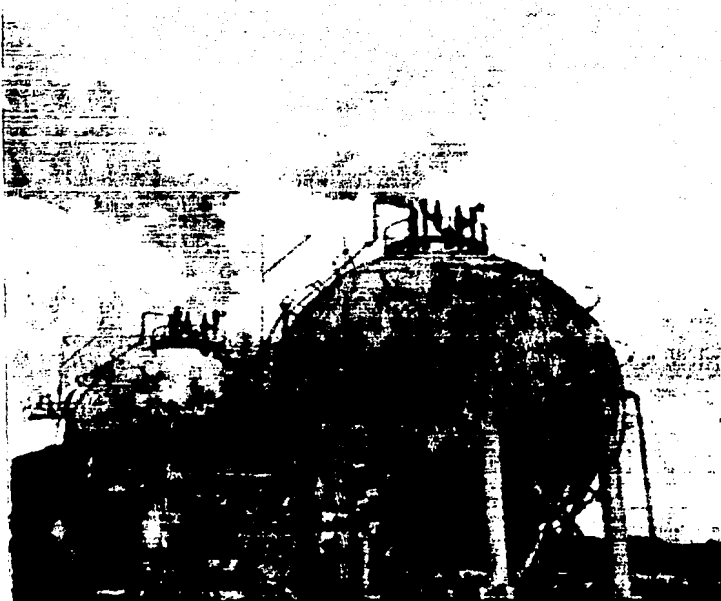
x

SEGUN LEYES Y CODIGOS  
ESTATALES Y FEDERALES

q) Inertes:

Nitrógeno

16 Kg/cm<sup>2</sup> G 40 °C





**b.3. - CRITERIO DE DISEÑO**

**A) CODIGOS O ESTANDARES DE DISEÑO APLICABLES (Ultima Edición)**

- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>BOMBAS</b>               | - HYDRAULIC INSTITUTE STANDARDS                     |
|                             | - A P I - 610                                       |
|                             | - ANSI - B 73.1                                     |
| <b>CAMBIADORES DE CALOR</b> | - ASME  |
|                             | - TEMA R, C o B                                     |
| <b>RECIPIENTES</b>          | - ASME VIII (A PRESION) DIV. I                      |
|                             | - API - 620 (ATMOSFERICA)                           |
| <b>COMPRESORES</b>          | - API - 617 (CENTRIFUGOS)                           |
|                             | - API - 618 (RECIPROCANTES)                         |
| <b>MOTORES ELECTRICOS</b>   | - NEMA (NATIONAL ELECTRIC MANUFACTURER ASSOCIATION) |
| <b>INSTRUMENTACION</b>      | - ISA (INSTRUMENTS SOCIETY OF AMERICA)              |
|                             | - NEC   |
| <b>TUBERIAS</b>             | - ANSI - B-31.5 (REFRIGERACION)                     |
|                             | - ANSI - B-16.5 (BRIDAS, VALVULAS Y ACCESORIOS)     |
|                             | - ANSI - B-31.2 (GAS COMBUSTIBLE)                   |

- |                    |   |
|--------------------|---|
| MATERIALES         | - ASTM (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS) |
| SOLDADURA          | - AWS (AMERICAN WELDING SOCIETY)                    |
| CONTRA INCENDIO    | - NFPA (NATIONAL FIRE PROTECT ASSO- CIATION)        |
| SEGURIDAD Y RUIDO  | - OSHA (OCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ACT.)         |
| VALVULAS DE ALIVIO | - ASME- SEC. I y VIII                               |
|                    | - API - 520 partes I y II                           |
|                    | - API - 521 (CABEZALES)                             |

Reglamento para la Inspección de Generadores de vapor y recipientes a presión.

Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

#### CONTAMINACION AMBIENTAL

- Ley Federal para prevenir y controlar la contaminación ambiental. SSA
- Reglamento para la prevención y control de la contaminación atmosférica originada por la emisión de humos y polvos. SSA.
- Reglamento para la prevención y control de la contaminación de aguas. SSA
- Reglamento para la prevención y control de la contaminación ambiental originada por la emisión de ruidos.

#### B) IDIOMA A EMPLEAR

- Se empleará idioma español en todos los planos, especificaciones, hojas de datos, etc, emitidos.

### C) UNIDADES DE INGENIERIA

Para cálculos:

- Presión	Kg/cm <sup>2</sup> Manométricas
- Potencia	HP
- Temperatura	°C
- Flujo de líquido	Kg/Hr, m <sup>3</sup> / Hr
- Flujo de vapor	Kg/Hr
- Flujo de aire de servicios e instrumentos	m <sup>3</sup> /min. (condiciones estándar)
- Flujo de gas combustible	m <sup>3</sup> /min. (condiciones estándar)
- Longitudes	m
- Diámetros	pulgadas

Para hojas de datos y especificaciones deben usarse unidades del sistema inglés.

### D) CRITERIO DE DIMENSIONAMIENTO DE LINEAS.

- El tamaño de las líneas será seleccionado en base a caídas de presión. (Tabla II).
- Los tamaños mínimos de tubería en racks serán de 1" excepto donde haya una razón específica de operación para usar un tamaño menor.
- La máxima velocidad para líneas con fluido compresible debe ser 30% de la velocidad sónica.
- Para flujo a dos fases se evitará el flujo "SLUG" asegurando un patrón de flujo dentro de la caída de presión disponible.

Si resulta imposible estabilizar líneas de dos fases, una condición inestable es aceptable, considerando que la velocidad del vapor de la línea de dos fases es mayor de 5m/seg; se deberá verificar el patrón de flujo en condiciones de flujo máximo, normal y mínimo.

- Se considerará por ensuciamiento de tubería un 20% sobre el factor de fricción calculado limpio, y 20% de exceso de flujo.

#### **E) CRITERIO PARA CALCULO DE CABEZA DE BOMBAS.**

- El flujo de diseño a la temperatura de bombeo será el flujo normal considerando un 20% de sobrecapacidad.
- La presión de succión estará basada en la presión de operación mínima continua en el recipiente y la columna de líquido tomada a partir del nivel mínimo de operación (cuando se tenga controlador de nivel) o de la boquilla de descarga del recipiente (al carecer de controlador de nivel) hasta la línea de centros de la boquilla de succión.
- La presión a descarga cerrada de la bomba será estimada, a falta de datos de proveedor, sumando a la presión de succión, la presión diferencial por 1.15: para diseño mecánico se considerará lo establecido en el API-RP-610.

#### **F) DATOS DE INSTRUMENTACION.**

##### **- Definición de Términos:**

- F-1) **FLUJO NORMAL:** Es el flujo de operación dado en el diagrama de flujo de proceso.
- F-2) **FLUJO MAXIMO:** Es el flujo de diseño.
- F-3) **FLUJO MINIMO:** Es estimado como un tercio del flujo normal si no se dispone de información.
- F-4) **PRESION NORMAL DE ENTRADA:** Es la presión normal de operación en la brida de entrada del instrumento.
- F-5) **PRESION MAXIMA DE ENTRADA:** Es la presión de descarga a válvula cerrada de la Bomba; condición de sobre velocidad del compresor o la presión de ajuste de la válvula de alivio colocada corriente abajo más cercana.

**F-6) Δ P CIERRE:**

- Diferencia de presión máxima de entrada con la presión mínima de la corriente abajo.

**F-7) TEMPERATURA MAXIMA:** La más alta temperatura alcanzada posible sin considerar duración en el tiempo, para los sistemas de alivio deberá considerarse lo establecido en los estándares API-RP-520, API-RP-521, ASME II y VIII con las consideraciones siguientes:

**EQUIPO**

**CONSIDERACIONES**

**Compresores Reciprocantes**

Válvula de alivio en tubería inter-etapas y de descarga.

**Cambiadores de Calor**

Se suministrará alivio térmico si el lado más frío puede ser bloqueado mientras que el lado caliente siga en operación; en los enfriadores, con agua de enfriamiento, deberá suministrarse una válvula de alivio en la línea de retorno del agua, antes del bloqueo.

**Tubería**

Se suministrará alivio térmico para las líneas que puedan ser bloqueadas en ambos extremos encerrando amoníaco líquido.

**Recipientes**

Se considerará válvula de alivio diseñada para el caso más crítico normal o anormal de operación.

- Las válvulas de alivio que descarguen los vapores o líquidos peligrosos deberán descargar a un sistema cerrado. Las válvulas que descarguen solamente agua, vapor, nitrógeno o aire pueden descargarse a la atmósfera analizando caso por caso, de tal manera que evite al máximo el perjuicio de personal o equipo.
- La presión de ajuste en válvulas de alivio será la presión de diseño del recipiente en el que se encuentren o la presión de diseño de la línea en que se encuentren; cuando se trate de cabezales será 15% por encima de la presión normal del cabezal.
- El Dimensionamiento de cabezales en sistemas cerrados, para cargas de fuego combinadas, estará basado para recipientes en un círculo de un radio de 12.2 m.

- La superficie expuesta a fuego de un recipiente será considerada hasta una altura de 7.6 m. sobre el nivel del piso, 50% de la superficie total en recipientes amortiguadores de presión pues usualmente operarán a la mitad de capacidad. (API-RP-520).

#### **G) CRITERIO PARA CALCULO DE COMPRESORES.**

- Se usarán los siguientes factores de seguridad:

CAPACIDAD = 10% sobre flujo máximo.

CARGA = 10% sobre presión máxima requerida.

#### **H) NIVELES DE RUIDO.**

- Para equipos deberá ser considerada como 90 decibeles máximo excepto para válvulas de control que deberá ser de 85 decibeles máximo.

#### **I) CONDICIONES DE DISEÑO EN RECIPIENTES.**

- Presión de diseño = Presión de operación más de 1.75 Kg/cm<sup>2</sup> ó 10% cualquiera que sea mayor, siendo 2.11 Kg/cm<sup>2</sup> la mínima presión de diseño.
- Temperatura de diseño = será la máxima temperatura de operación más 28 °C ó 10% cualquiera que sea mayor. En caso que el recipiente se pueda enfriar súbitamente por debajo de la temperatura ambiente deberá tomarse en cuenta en la selección del material, exigiendo tratamiento térmico para reducir esfuerzos: examen radiográfico al 100% para asegurar que no hay defectos grandes en soldadura y especificación de un acero con una temperatura de transición de dúctil a quebradizo por debajo de la temperatura mínima probable. Ver ASME VIII, div. II.

#### J) CONDICIONES DE DISEÑO EN CAMBIADORES DE CALOR:

- Presión de diseño.- La presión de diseño no deberá ser menor al 10% ó 1.75 Kg/cm G, lo que sea mayor, arriba de la máxima presión de operación determinada independientemente para los lados frío y caliente. (ver presión de diseño para recipientes).
- Temperatura de diseño.- Se deberán determinar las temperaturas de diseño independientemente para cada lado y esta deberá ser la temperatura máxima del metal esperado más 14 °C
- Factor de incrustación para agua de enfriamiento = 0.002 ft<sup>2</sup>HR °F/BTU y para amoníaco 0.001 ft<sup>2</sup>HR °F/BTU.
- Flujo de diseño = 20% por encima del flujo de operación normal.

#### K) CONDICIONES DE DISEÑO EN TUBERIAS

- Presión de diseño.- La tubería estará diseñada para la máxima presión de operación incluyendo la carga de Fluido a la temperatura coincidente o máxima presión a descarga cerrada de bomba.
- Temperatura de diseño.- Será la temperatura representando la situación más severa de presión coincidente y determinada como sigue:
  - i) La temperatura de equilibrio a la presión de diseño del fluido que vaya a manejar.
  - ii) Temperatura de equilibrio a la presión de ajuste del dispositivo de alivio del recipiente al que está conectado.
  - iii) 28 °C por encima de la temperatura de operación ó 10% lo que sea mayor.

## L) SIMBOLOGIA.

- Será de acuerdo con lo indicado en Ludwig. "Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants" Vol. I, pp 16-17.

## M) CRITERIO DE APLICACION DE PROPIEDADES.

- Para cálculos de propiedades se usarán las siguientes correlaciones y gráficas:
- Presión de vapor, Densidad, Volumen Específico, Entalpia Específica y calor de vaporización serán obtenidas de la tabla I para amoniaco.
- El calor específico para gases y vapores de amoniaco será estimado como sigue:

$$C_p = 6.524 + 5.692 \times 10^{-3} T + 4.078 \times 10^{-6} T^2 - 2.830 \times 10^{-9} T^3$$

Para gases y vapores de agua:

$$C_p = 7.701 + 4.595 \times 10^{-4} T + 2.521 \times 10^{-6} T^2 - 0.859 \times 10^{-9} T^3$$

Donde T (temperatura) en °K y  $C_p$  en cal/gm °K

Para amoniaco líquido el calor específico se estimará de la tabla 3-179 Perry, 5th. ed. "Chemical Engineer's Handbook" p. 3-134. mientras que para agua líquida será usada la tabla 3-176 de la misma referencia p. 3-126.

- La viscosidad.

Para gases y vapores de agua o amoniaco se usará el método indicado en la p. 3-247 de Perry, 5 th. ed. "Chemical Engineer's Handbook". Pero para líquidos se debe emplear:

$$\text{Para Amoniaco: } \log \mu = 349.04 (1/T - 1/169.63)$$

$$\text{Para agua: } \log \mu = 658.25 (1/T - 1/283.16)$$

(viscosidad) en cp y T (temperatura) en °K.



TABLA I

PROPIEDADES DE AMONIACO SATURADO<sub>c</sub>

Temperatura		Presión		Densidad		Volumen		Entalpía				Calor de Vaporización		Volumen			
		P		Líquido	Vapor	Líquido	Vapor	Líquido		Vapor		$\Delta H = H_v - H_l$		Líquido		Vapor	
t	T	P		$\rho_l$	$\rho_v$	$V_l$	$V_v$	$H_l$		$H_v$		$\Delta H = H_v - H_l$		$S_l$		$S_v$	
°C	K	Atm.	bar	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /kg	m <sup>3</sup> /kg	kcal/kg	kJ/kg	kcal/kg	kJ/kg	kcal/kg	kJ/kg	kcal/kg K	kJ/kg K	kcal/kg K	kJ/kg K
-75	198.15	0.0765	0.07502	731.0	0.0775	0.001368	12.89	20.9	87.504	373.5	1563.770	352.6	1476.266	0.6633	2.7771	2.4431	10.2288
-70	203.15	0.1114	0.10925	725.3	0.1110	0.0013788	9.009	25.9	108.438	375.7	1572.981	349.8	1464.543	0.6878	2.8797	2.4101	10.0906
-68	205.15	0.1287	0.12621	723.0	0.1271	0.0013832	7.870	27.9	116.812	376.6	1576.749	348.7	1459.937	0.6975	2.9203	2.3976	10.0383
-66	207.15	0.1485	0.14563	720.7	0.1453	0.0013876	6.882	29.9	125.185	377.4	1580.098	347.5	1454.913	0.7074	2.9617	2.3853	9.9868
-64	209.15	0.1706	0.16730	718.4	0.1655	0.0013920	6.044	32.9	133.978	378.3	1583.866	346.3	1449.889	0.7173	3.0032	2.3734	9.9370
-62	211.15	0.1954	0.19162	716.1	0.1878	0.0013965	5.324	34.0	142.351	379.1	1587.216	345.1	1444.865	0.7270	3.0438	2.3618	9.8884
-60	213.15	0.2233	0.21898	713.8	0.2128	0.0014010	4.699	36.0	150.725	380.0	1590.984	344.0	1440.259	0.7366	3.0840	2.3507	9.8419
-58	215.15	0.2543	0.24920	711.4	0.2403	0.0014056	4.161	38.1	159.517	380.8	1594.333	342.7	1434.816	0.7461	3.1238	2.3393	9.7942
-56	217.15	0.2889	0.28331	709.1	0.2708	0.0014103	3.693	40.2	168.309	381.7	1598.102	341.5	1429.792	0.7555	3.1631	2.3285	9.7490
-54	219.15	0.3272	0.32087	706.7	0.3041	0.0014150	3.288	42.2	176.683	382.5	1601.451	340.3	1424.768	0.7648	3.2021	2.3180	9.7050
-52	221.15	0.3697	0.36255	704.4	0.3409	0.0014197	2.933	44.2	185.057	383.3	1604.800	339.1	1419.744	0.7741	3.2410	2.3078	9.6623
-50	223.15	0.4168	0.40874	702.0	0.3812	0.0014245	2.623	46.3	193.849	384.1	1608.150	337.8	1414.301	0.7822	3.3000	2.2978	9.6204
-48	225.15	0.4686	0.45954	699.6	0.425	0.0014293	2.351	48.4	202.641	384.9	1611.499	336.6	1409.277	0.7931	3.3206	2.2808	9.5493
-46	227.15	0.5256	0.51544	697.2	0.473	0.0014242	2.112	50.4	211.015	385.7	1614.849	335.3	1404.253	0.8021	3.3582	2.2785	9.5396
-44	229.15	0.5882	0.57683	694.8	0.526	0.0014392	1.901	52.5	219.807	386.5	1618.198	334.0	1398.391	0.8112	3.3963	2.2692	9.5007
-42	231.15	0.6568	0.64410	692.4	0.583	0.0014442	1.715	54.6	228.599	387.3	1621.548	332.7	1392.948	0.8203	3.4344	2.2600	9.4622
-40	233.15	0.7318	0.71765	690.0	0.645	0.0014493	1.550	56.8	237.810	388.1	1624.897	331.3	1387.087	0.8295	3.4730	2.2510	9.4245
-39	234.15	0.7719	0.75698	688.8	0.678	0.0014519	1.4752	57.82	242.081	388.49	1626.530	330.67	1384.449	0.8340	3.4918	2.2465	9.4056
-38	235.15	0.8137	0.79797	687.5	0.712	0.0014545	1.4045	58.88	246.519	388.88	1628.163	329.99	1381.602	0.8385	3.5106	2.2421	9.3872
-37	236.15	0.8573	0.84072	686.3	0.748	0.0014571	1.3377	59.94	250.957	389.27	1629.796	329.31	1378.755	0.8430	3.5295	2.2378	9.3692
-36	237.15	0.9028	0.88534	685.1	0.785	0.0014597	1.2746	61.01	255.437	389.65	1631.387	328.63	1375.908	0.8475	3.5483	2.2336	9.3516
-35	238.15	0.9503	0.93193	683.9	0.823	0.0014623	1.2151	62.08	259.917	390.03	1632.978	327.95	1373.061	0.8520	3.5672	2.2294	9.3341
-34	239.15	0.9992	0.98057	682.6	0.863	0.0014649	1.1589	63.15	264.396	390.41	1634.569	327.26	1370.172	0.8565	3.5860	2.2252	9.3165
-33	240.15	1.0515	1.03117	681.4	0.905	0.0014676	1.1058	64.21	268.834	390.79	1636.160	326.57	1367.283	0.8610	3.6048	2.2211	9.2993
-32	241.15	1.1052	1.08383	680.1	0.948	0.0014703	1.0555	65.28	273.314	391.17	1637.751	325.88	1364.394	0.8654	3.6233	2.2170	9.2821
-31	242.15	1.1610	1.13855	678.9	0.992	0.0014730	1.0080	66.35	277.794	391.54	1639.300	325.19	1361.505	0.8698	3.6417	2.2130	9.2654
-30	243.15	1.2190	1.19543	677.7	1.038	0.0014757	0.9630	67.42	282.274	391.91	1640.849	324.49	1358.575	0.8742	3.6601	2.2090	9.2486
-29	244.15	1.279	1.25427	676.4	1.086	0.0014784	0.9204	68.49	286.754	392.28	1642.398	323.79	1355.644	0.8786	3.6785	2.2050	9.2319
-28	245.15	1.342	1.31605	675.2	1.136	0.0014811	0.8801	69.56	291.234	392.64	1643.905	323.08	1352.671	0.8830	3.7179	2.2011	9.2156
-27	246.15	1.407	1.37980	673.9	1.188	0.0014839	0.8418	70.63	295.714	393.00	1645.412	322.37	1349.699	0.8874	3.7154	2.1972	9.1992
-26	247.15	1.475	1.44648	672.6	1.242	0.0014867	0.8056	71.71	300.235	393.36	1646.920	321.66	1346.726	0.8917	3.7334	2.1934	9.1813
-25	248.15	1.546	1.51611	671.4	1.297	0.0014895	0.7712	72.78	304.715	393.72	1648.427	320.94	1343.712	0.8960	3.7514	2.1896	9.1674
-24	249.15	1.619	1.58770	670.1	1.354	0.0014923	0.7386	73.86	309.237	394.07	1649.892	320.22	1340.697	0.9003	3.7694	2.1858	9.1515
-23	250.15	1.695	1.66223	668.8	1.413	0.0014951	0.7076	74.93	313.717	394.42	1651.358	319.49	1337.641	0.9046	3.7874	2.1821	9.1360
-22	251.15	1.774	1.73970	667.6	1.474	0.0014980	0.6782	76.01	318.239	394.77	1652.823	318.76	1334.584	0.9089	3.8054	2.1784	9.1205
-21	252.15	1.856	1.82011	666.3	1.538	0.0015008	0.6502	77.09	322.760	395.12	1654.288	318.03	1331.528	0.9132	3.8234	2.1747	9.1050
-20	253.15	1.940	1.90249	665.0	1.604	0.0015037	0.6236	78.17	327.282	395.46	1655.712	317.29	1328.430	0.9175	3.8414	2.1710	9.0905
-19	254.15	2.027	1.98781	663.7	1.672	0.0015066	0.5983	79.25	331.804	395.80	1657.135	316.55	1325.332	0.9217	3.8590	2.1674	9.0745
-18	255.15	2.117	2.07607	662.4	1.742	0.0015096	0.5742	80.33	336.326	396.13	1658.517	315.80	1322.191	0.9259	3.8766	2.1638	9.0594
-17	256.15	2.211	2.16825	661.1	1.814	0.0015125	0.5513	81.41	340.847	396.46	1659.899	315.05	1319.051	0.9301	3.8941	2.1602	9.0443

TABLA I (cont.)

PROPIEDADES DE AMONIACO SATURADO

Temperatura		Presión		Densidad		Volumen		Entalpia				Calor de Vaporización		Volumen			
t		P		Líquido	Vapor	Líquido	Vapor	Líquido		Vapor		$\Delta H = H_v - H_l$		Líquido		Vapor	
°C	K	Atm.	bar	$\rho_l$	$\rho_v$	$v_l$	$v_v$	$H_l$	$H_v$	$H_l$	$H_v$	kcal/kg	kJ/kg	kcal/kg K	kJ/kg K	kcal/kg K	kJ/kg K
				kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /kg	m <sup>3</sup> /kg	kcal/kg	kJ/kg	kcal/kg	kJ/kg	kcal/kg	kJ/kg	kcal/kg	kJ/kg	kcal/kg K	kJ/kg K
-16	257.15	2.309	2.26436	659.8	1.889	0.0015155	0.5295	82.50	345.411	396.79	1661.280	314.29	1315.869	0.9343	3.9117	2.1567	9.0297
-15	258.15	2.410	2.36340	658.5	1.966	0.0015185	0.5087	83.59	349.975	397.12	1662.662	313.53	1312.687	0.9385	3.9293	2.1532	9.0150
-14	259.15	2.514	2.46539	657.2	2.046	0.0015215	0.4889	84.68	354.538	397.44	1664.002	312.76	1309.464	0.9427	3.9469	2.1498	9.0008
-13	260.15	2.621	2.57032	655.9	2.128	0.0015245	0.4700	85.76	359.060	397.75	1665.300	311.99	1306.240	0.9469	3.9645	2.1464	8.9865
-12	261.15	2.732	2.67918	654.6	2.213	0.0015276	0.4520	86.85	363.624	398.06	1666.598	311.21	1302.974	0.9511	3.9821	2.1430	8.9723
-11	262.15	2.847	2.79195	653.3	2.300	0.0015307	0.4348	87.94	368.187	398.37	1667.896	310.43	1299.708	0.9552	3.9992	2.1396	8.9581
-10	263.15	2.966	2.90865	652.0	2.390	0.0015338	0.4184	89.03	372.751	398.67	1669.152	309.64	1296.401	0.9593	4.0164	2.1362	8.9438
-9	264.15	3.089	3.02927	650.7	2.483	0.0015369	0.4028	90.12	377.314	398.97	1670.408	308.85	1293.093	0.9634	4.0336	2.1329	8.9300
-8	265.15	3.216	3.15382	649.3	2.579	0.0015400	0.3878	91.91	381.878	399.27	1671.664	308.06	1289.786	0.9675	4.0507	2.1296	8.9162
-7	266.15	3.347	3.28229	648.0	2.678	0.0015432	0.3735	92.30	386.442	399.56	1672.878	307.25	1286.394	0.9716	4.0679	2.1263	8.9024
-6	267.15	3.481	3.41369	646.7	2.779	0.0015464	0.3599	93.40	391.007	399.85	1674.092	306.45	1283.045	0.9757	4.0851	2.1231	8.8890
-5	268.15	3.619	3.54903	645.3	2.883	0.0015496	0.3469	94.50	395.653	400.14	1675.306	305.64	1279.654	0.9798	4.1022	2.1199	8.8756
-4	269.15	3.761	3.68828	644.0	2.991	0.0015528	0.3344	95.59	400.216	400.42	1676.478	304.83	1276.262	0.9839	4.1194	2.1167	8.8622
-3	270.15	3.908	3.83244	642.6	3.102	0.0015561	0.3225	96.69	404.822	400.70	1677.651	304.01	1272.829	0.9880	4.1366	2.1135	8.8488
-2	271.15	4.060	3.98150	641.3	3.216	0.0015594	0.3111	97.79	409.427	400.98	1678.823	303.19	1269.396	0.9920	4.1533	2.1103	8.8354
-1	272.15	4.217	4.13546	639.9	3.332	0.0015627	0.3002	98.89	414.033	401.25	1679.954	302.36	1265.921	0.9960	4.1701	2.1072	8.8224
0	273.15	4.379	4.29433	638.6	3.452	0.0015660	0.2897	100.00	418.680	401.52	1681.084	301.52	1262.404	1.0000	4.1868	2.1041	8.8094
1	274.15	4.545	4.45712	637.2	3.576	0.0015694	0.2797	101.10	423.285	401.78	1682.173	300.68	1258.887	1.0040	4.2035	2.1010	8.7965
2	275.15	4.716	4.62482	635.8	3.702	0.0015727	0.2700	102.21	427.933	402.04	1683.261	299.84	1255.370	1.0080	4.2203	2.0979	8.7835
3	276.15	4.892	4.79741	634.5	3.834	0.0015761	0.2608	103.32	432.580	402.30	1684.350	298.99	1251.811	1.0120	4.2370	2.0949	8.7709
4	277.15	5.073	4.97491	633.1	3.969	0.0015796	0.2520	104.43	437.228	402.55	1685.396	298.13	1248.211	1.0160	4.2538	2.0919	8.7584
5	278.15	5.259	5.15732	631.7	4.108	0.0015831	0.2435	105.54	441.875	402.80	1686.443	297.26	1244.568	1.0200	4.2705	2.0889	8.7458
6	279.15	5.450	5.34462	630.3	4.250	0.0015866	0.2353	106.65	446.522	403.04	1687.448	296.39	1240.926	1.0240	4.2873	2.0859	8.7332
7	280.15	5.647	5.53782	628.9	4.396	0.0015901	0.2275	107.76	451.170	403.27	1688.411	295.51	1237.241	1.0280	4.3040	2.0829	8.7207
8	281.15	5.849	5.73591	627.5	4.546	0.0015936	0.2200	108.87	455.817	403.50	1689.374	294.63	1233.557	1.0319	4.3204	2.0799	8.7081
9	282.15	6.057	5.93989	626.1	4.700	0.0015972	0.2128	109.99	460.506	403.73	1690.337	293.74	1229.831	1.0358	4.3367	2.0770	8.6960
10	283.15	6.271	6.14975	624.7	4.859	0.0016008	0.2058	111.11	465.195	403.95	1691.258	292.84	1226.063	1.0397	4.3530	2.0741	8.6838
11	284.15	6.490	6.36452	623.3	5.022	0.0016045	0.1992	112.23	469.885	404.17	1692.179	291.94	1222.294	1.0436	4.3693	2.0712	8.6717
12	285.15	6.715	6.58517	621.8	5.189	0.0016081	0.1927	113.35	474.574	404.38	1693.058	291.03	1218.484	1.0475	4.3857	2.0683	8.6596
13	286.15	6.946	6.81170	620.4	5.361	0.0016118	0.1866	114.47	479.263	404.59	1693.937	290.12	1214.674	1.0514	4.4020	2.0654	8.6474
14	287.15	7.183	7.04412	619.0	5.537	0.0016156	0.1806	115.59	483.952	404.79	1694.775	289.20	1210.823	1.0553	4.4183	2.0626	8.6357
15	288.15	7.427	7.28340	617.5	5.718	0.0016193	0.1749	116.72	488.683	404.99	1695.612	288.27	1206.929	1.0592	4.4347	2.0598	8.6240
16	289.15	7.677	7.52857	616.1	5.904	0.0016231	0.1694	117.85	493.414	405.19	1696.449	287.34	1203.035	1.0631	4.4510	2.0570	8.6122
17	290.15	7.933	7.77962	614.6	6.094	0.0016270	0.1642	118.98	498.145	405.38	1697.245	286.40	1199.100	1.0670	4.4673	2.0542	8.6005
18	291.15	8.196	8.03753	613.2	6.289	0.0016308	0.1591	120.11	502.877	405.57	1698.040	285.46	1195.164	1.0709	4.4836	2.0514	8.5888
19	292.15	8.465	8.30133	611.7	6.489	0.0016347	0.1542	121.24	507.608	405.75	1698.794	284.51	1191.186	1.0747	4.4996	2.0486	8.5771
20	293.15	8.741	8.57199	610.3	6.694	0.0016386	0.1494	122.38	512.381	405.93	1699.548	283.55	1187.167	1.0785	4.5155	2.0459	8.5658
21	294.15	9.024	8.84952	608.8	6.904	0.0016426	0.1449	123.52	517.154	406.10	1700.259	282.58	1183.106	1.0824	4.5310	2.0432	8.5545
22	295.15	9.314	9.13391	607.3	7.119	0.0016466	0.1405	124.66	521.926	406.27	1700.971	281.61	1179.045	1.0862	4.5477	2.0405	8.5432
23	296.15	9.611	9.42517	605.8	7.339	0.0016507	0.1363	125.80	526.699	406.43	1701.641	280.63	1174.942	1.0900	4.5636	2.0378	8.5319
24	297.15	9.915	9.72329	604.3	7.564	0.0016546	0.1322	126.94	531.472	406.59	1702.311	279.65	1170.839	1.0938	4.5795	2.0351	8.5206
25	298.15	10.255	10.02730	602.8	7.795	0.0016588	0.1283	128.09	536.287	406.75	1702.981	278.66	1166.694	1.0976	4.5954	2.0324	8.5093
26	299.15	10.544	10.34013	601.3	8.031	0.0016630	0.1245	129.24	541.102	406.89	1703.567	277.66	1162.507	1.1014	4.6113	2.0297	8.4979
27	300.15	10.870	10.65983	599.8	8.273	0.0016672	0.1209	130.39	545.917	407.03	1704.153	276.65	1158.278	1.1052	4.6273	2.0270	8.4866
28	301.15	11.204	10.98737	598.3	8.521	0.0016714	0.1174	131.54	550.732	407.17	1704.739	275.64	1154.050	1.1090	4.6432	2.0243	8.4753

TABLA I (cont.)

PROPIEDADES DE AMONIACO SATURADO

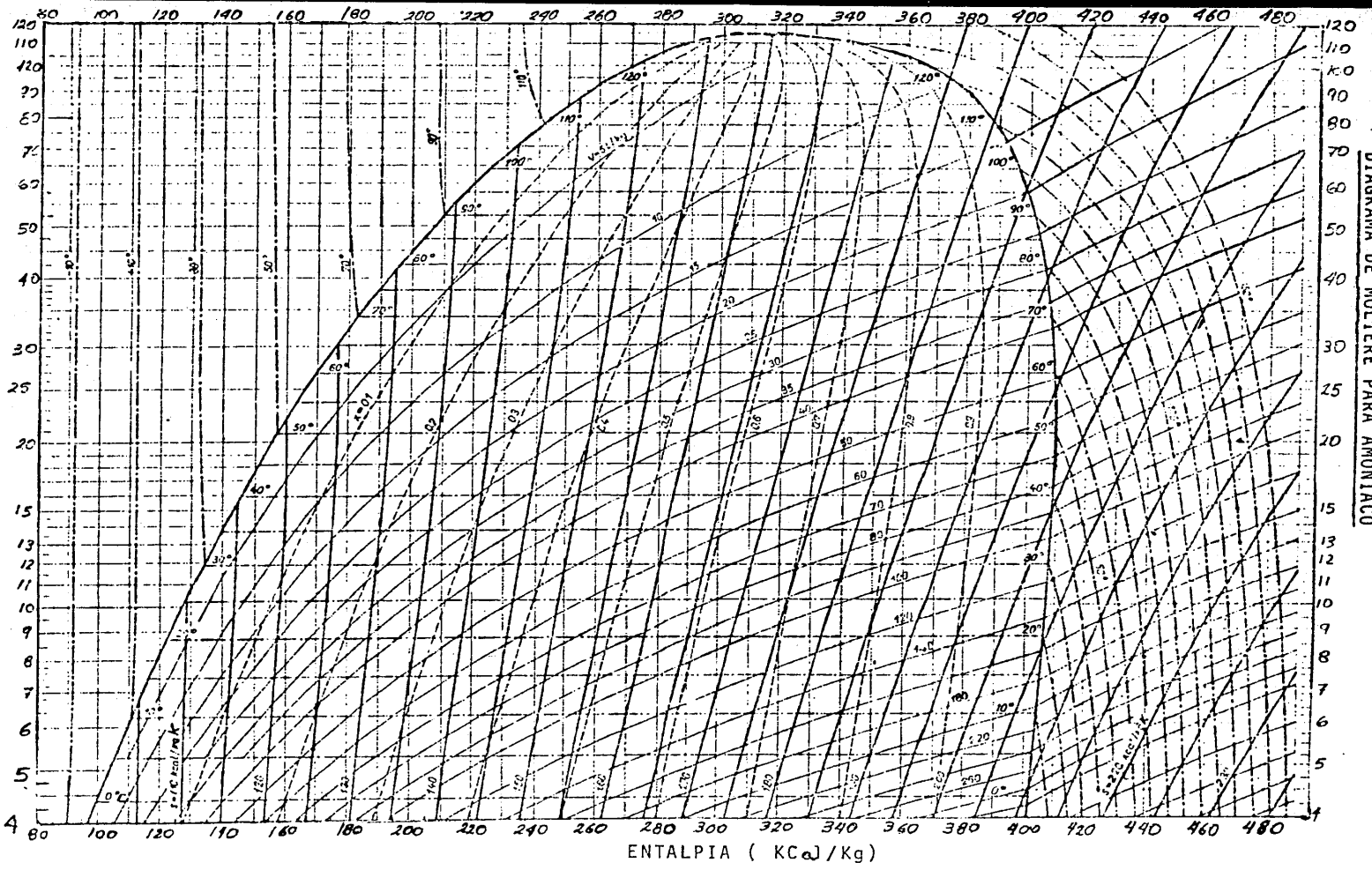
Temperatura		Presión		Densidad		Spe. Volumen		Entalpia				Calor de Vaporización		Volumen			
		p		Líquido	Vapor	Líquido	Vapor	Líquido		Vapor		$\Delta H = H_v - H_l$		Líquido		Vapor	
t	T			$\rho_l$	$\rho_v$	$v_l$	$v_v$	$H_l$		$H_v$		kcal/kg	kJ/kg	$S_l$		$S_v$	
°C	K	Atm.	bar	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /kg	m <sup>3</sup> /kg	kcal/kg	kJ/kg	kcal/kg	kJ/kg	kcal/kg	kJ/kg	kcal/kg K	kJ/kg K	kcal/kg K	kJ/kg K
29	302.15	11.546	11.32276	596.8	8.775	0.0016757	0.1140	132.69	555.546	407.30	1705.284	274.62	1149.779	1.1128	4.6591	2.0217	8.4645
30	303.15	11.895	11.66501	595.2	9.034	0.0016800	0.1107	133.84	560.361	407.43	1705.828	273.59	1145.467	1.1165	4.6746	2.0191	8.4536
31	304.15	12.252	12.01511	593.7	9.300	0.0016844	0.1075	135.00	565.218	407.55	1706.330	272.55	1141.112	1.1203	4.6905	2.0165	8.4427
32	305.15	12.617	12.37305	592.1	9.573	0.0016888	0.1045	136.16	570.075	407.67	1706.833	271.50	1136.716	1.1241	4.7064	2.0139	8.4318
33	306.15	12.991	12.73982	590.6	9.852	0.0016932	0.1015	137.32	574.931	407.78	1707.293	270.45	1132.320	1.1278	4.7219	2.0113	8.4209
34	307.15	13.374	13.11541	589.0	10.138	0.0016977	0.0986	138.48	579.788	407.88	1707.712	269.39	1127.882	1.1315	4.7374	2.0087	8.4100
35	308.15	13.765	13.49885	587.5	10.431	0.0017023	0.0959	139.65	584.687	407.97	1708.089	268.32	1123.402	1.1352	4.7529	2.0061	8.3991
36	309.15	14.165	13.89112	585.9	10.731	0.0017069	0.0932	140.82	589.585	408.06	1708.466	267.24	1118.880	1.1390	4.7688	2.0035	8.3883
37	310.15	14.573	14.29123	584.3	11.038	0.0017115	0.0906	141.99	594.484	408.15	1708.842	266.15	1114.317	1.1427	4.7843	2.0009	8.3774
38	311.15	14.990	14.70017	582.7	11.353	0.0017162	0.0881	143.16	599.382	408.23	1709.177	265.06	1109.753	1.1464	4.7997	1.9984	8.3669
39	312.15	15.415	15.11695	581.1	11.675	0.0017209	0.0857	144.34	604.323	408.30	1709.940	263.96	1105.148	1.1501	4.8152	1.9958	8.3560
40	313.15	15.850	15.54354	579.5	12.005	0.0017257	0.0833	145.52	609.263	408.37	1709.764	262.85	1100.500	1.1538	4.8307	1.9933	8.3455
41	314.15	16.294	15.97896	577.9	12.34	0.0017305	0.0810	146.70	614.204	408.43	1710.015	261.73	1095.811	1.1575	4.8462	1.9908	8.3351
42	315.15	16.747	16.42320	576.2	12.69	0.0017354	0.0788	147.88	619.144	408.49	1710.266	260.60	1091.080	1.1612	4.8617	1.9882	8.3242
43	316.15	17.210	16.87724	574.6	13.04	0.0017404	0.0767	149.06	624.084	408.54	1710.475	259.47	1086.349	1.1649	4.8772	1.9857	8.3137
44	317.15	17.682	17.34012	572.9	13.40	0.0017454	0.0746	150.24	629.025	408.58	1710.643	258.33	1081.576	1.1686	4.8927	1.9832	8.3033
45	318.15	18.165	17.81378	571.3	13.77	0.0017504	0.0726	151.43	634.007	408.61	1710.768	257.18	1076.761	1.1722	4.9078	1.9807	8.2928
46	319.15	18.658	18.29725	569.6	14.15	0.0017555	0.0707	152.62	638.989	408.64	1710.894	256.02	1071.905	1.1759	4.9233	1.9781	8.2819
47	320.15	19.161	18.79052	568.0	14.54	0.0017607	0.0688	153.81	643.972	408.65	1710.978	254.85	1067.006	1.1796	4.9387	1.9756	8.2714
48	321.15	19.673	19.29262	566.3	14.94	0.0017659	0.0670	155.00	648.954	408.68	1711.061	253.67	1062.066	1.1832	4.9538	1.9731	8.2610
49	322.15	20.195	19.80453	564.6	15.34	0.0017712	0.0652	156.20	653.978	408.70	1711.145	252.48	1057.083	1.1868	4.9689	1.9706	8.2505
50	323.15	20.727	20.32624	562.8	15.75	0.0017775	0.0635	157.38	658.919	408.72	1711.229	251.34	1052.310	1.1905	4.9844	1.9683	8.2409
52	325.15	21.83	21.40792	559.1	16.59	0.001788	0.0602	159.8	669.051	408.7	1711.145	248.9	1042.095	1.1982	5.0166	1.9638	8.2220
54	327.15	22.97	22.52588	555.4	17.47	0.001800	0.0572	162.2	679.099	408.8	1711.564	246.6	1032.465	1.2056	5.0476	1.9590	8.2019
56	329.15	24.15	23.68306	551.6	18.39	0.001812	0.0543	164.6	689.147	408.8	1711.564	244.2	1022.417	1.2130	5.0786	1.9542	8.1818
58	331.15	25.37	24.87947	547.8	19.35	0.001825	0.0515	167.1	699.614	408.7	1711.145	241.6	1011.531	1.2205	5.1100	1.9494	8.1617
60	333.15	26.66	26.14453	544.0	20.35	0.001838	0.0489	169.6	710.081	408.6	1710.726	238.0	996.458	1.2280	5.1414	1.9445	8.1412
62	335.15	27.98	27.43901	540.2	21.41	0.001851	0.0464	172.2	720.967	408.5	1710.308	236.3	989.341	1.2354	5.1724	1.9396	8.1207
64	337.15	29.36	28.79232	536.4	22.53	0.001864	0.0441	174.8	731.853	408.3	1709.470	233.5	977.618	1.2428	5.2034	1.9347	8.1002
66	339.15	30.77	30.17506	532.6	23.73	0.001877	0.0420	177.4	742.738	408.0	1708.214	230.6	965.476	1.2502	5.2343	1.9297	8.0793
68	341.15	32.25	31.62645	528.8	25.01	0.001891	0.0399	180.0	753.624	407.7	1706.958	227.7	953.334	1.2576	5.2653	1.9247	8.0583
70	343.15	33.77	33.11706	524.8	26.36	0.001905	0.0379	182.7	764.928	407.3	1705.284	224.6	940.355	1.2650	5.2963	1.9196	8.0370

1 at = 1 kp/cm<sup>2</sup> = 98 066.5 Pa = 98 066.5 N/m<sup>2</sup> = 9.806 65 N/cm<sup>2</sup> = 0.980 665 bar

1 kcal = 4.186 8 kJ

33/

DIAGRAMA DE MOLIERE PARA AMONIACO



ENTALPIA ( KCal/Kg )

**TABLA II: CAIDAS DE PRESION RECOMENDADAS EN EL DISEÑO DE LINEAS**

**I.- Líquidos:**

$\Delta P_{100}$   
(Psi/100')

A) Succión de Bombas: (Verificando el NPSH)	
1. Líquidos Saturados	0.05 a 0.2
2. Líquidos Subenfriados	0.20 a 1.0
B) Descarga de Bombas	0.50 a 4.0
C) Cabezales	0.50 a 4.0

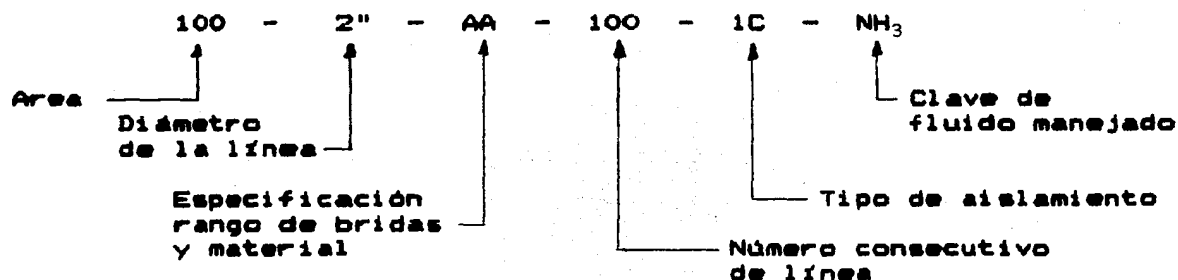
**II.- Gases con presiones de Operación desde:**

A) 635 mmHg a 381 mmHg	0.10 a 0.15
B) 381 mmHg a 0 Kg/cm <sup>2</sup> G	0.15 a 0.25
C) 0 Kg/cm G a 3.52 Kg/cm <sup>2</sup> G	0.25 a 0.45
D) 3.52 Kg/cm G a 7.03 Kg/cm <sup>2</sup> G	0.45 a 0.60
E) 7.03 Kg/cm G a 14.06 Kg/cm <sup>2</sup> G	0.60 a 0.80
F) 14.06 Kg/cm G a 35.15 Kg/cm <sup>2</sup> G	0.80 a 1.50
G) 35.15 Kg/cm G a 70.30 Kg/cm <sup>2</sup> G	1.50 a 2.00

- La conductividad de líquido y de vapor será estimada por el método indicado en Perry 5 th. ed. "Chemical Engineer's " p.p 3-214 y 3-215 para amoníaco.
- El factor de compresibilidad será estimado mediante las gráficas mostradas en Perry, 5 th. ed. "Chemical Engineer's Handbook" p. 3-323.
- Las propiedades críticas, peso molecular, punto de congelación, punto normal de ebullición, factor acéntrico de Pitzer, momento dipolo, entalpía estándar de formación y energía libre de formación en caso de requerirse, serán obtenidas del apéndice (a) de Reid, Prausnitz y Sherwood 3 th. ed, "The Properties of Gases & Liquids" pp. 630, 631 y 632.

#### N) INDICE Y NUMERACION DE LINEAS.

- Se hará una tabulación de las líneas de proceso para cada área independientemente comenzando por 100 las líneas de proceso y por 500 las de servicios de acuerdo con lo siguiente:



#### AREAS:

- 000.- Area General de planta.
- 100.- Almacenamiento.
- 200.- Refrigeración.
- 300.- Rack de tuberías.
- 400.- Quemador.
- 500.- Descargaderas.

## ESPECIFICACION:

### RANGO DE BRIDA

### PRESION

A -----	150	ANSI (10.5 Kg/cm G)
B -----	300	ANSI (21.5 Kg/cm G)

### MATERIAL

A -----	Acero Carbón
B -----	Acero Inoxidable 304

### CLAVE DE FLUIDOS

NH3 -----	Amoniaco
AES -----	Aqua de Enfriamiento Suministro
AER -----	Aqua de Enfriamiento Retorno
GNC -----	Gas Natural Combustible
ACI -----	Aqua contra Incendio
AIN -----	Aire de Instrumentos
ASE -----	Aire de Servicios
GIN -----	Gas Inerte
ADS -----	Aqua de Servicio
ADL -----	Aceite de Lubricación
CBP -----	Condensado de Baja Presión
VBP -----	Vapor de Baja Presión





- El número consecutivo será función del tipo de diagrama.

**Tipo de Diagrama:**

DP	-----	Diagrama de Proceso
DTI	-----	Diagrama de Tubería e Instrumentación.
DM	-----	Diagrama Mecánico
DE	-----	Diagrama Eléctrico
DC	-----	Diagrama Civil
DI	-----	Diagrama de Instrumentación.

- Las revisiones de diagramas serán las siguientes:

Edición		Rev.	
A	Para Revisión Interna	1	etc.
		2	
O	Para Aprobación Cliente	1	etc.
		2	
I	Final o Aprobado para Construcción	1	etc.
		2	

- El tamaño de los dibujos será:

Tamaño "D" 56 x 86 (8 cartas) cm.

Tamaño "C" 43 x 56 (4 cartas) cm.

Tamaño "B" 28 x 43 (2 cartas) cm.



- Válvulas Macho: Serán empleadas para servicios de gases y en aquellos puntos donde se requieran cierres o aperturas rápidos.
- Válvulas de compuerta: Serán usadas como válvulas de bloqueo en equipo.
- Válvulas de Bola: Se debe usar en caso de requerir un ajuste hermético dentro de la temperatura límite de la válvula. No serán usadas para funciones de control de flujo por estrangulamiento.
- Válvulas de Globo: Se deberá usar en aquellos servicios en el que su función sea regular flujo o presión manualmente. Además de ser usadas en el Bypass de válvulas de control menores o iguales de 4", en caso de ser mayores se usará una compuerta para Bypass.
- Válvulas de Aguja: Serán aplicadas para regular flujo o presiones pequeñas y diámetros menores a 1", por ejemplo en tomas de muestra.

#### **R) TRAMPEO DE CABEZALES.**

Para llevar a cabo el trapeo de cabezales de vapor deberán colocarse piernas para la extracción de condensado en la parte más baja de los mismos empleando trampas de vapor tipo termodinámico, colocadas cada 10 m.

#### **S) PREPARACIONES DE SUPERFICIES Y PINTURA**

##### **I) Tubería:**

a) De acero al carbón sin aislar hasta 380 F.

- 1) Sand Blast al casi blanco de acuerdo con la especificación SBPC-SP-10-63 del Steel Structures Painting Council.
- 2) Solamente se pintarán por el exterior.
- 3) Aplicar una capa de primario inorgánico de zinc a un espesor de 3.0 mils.

4) Aplicar una capa de pintura para acabado de silicones si la temperatura es mayor de 150 °F y si es menor, una capa de epóxico curado con poliamida por la superficie exterior.

b) De acero al carbón con aislamiento, para todas las temperaturas.

Aplican notas 1, 2 y 3 de (Ia) debajo del aislamiento.

## II) Recipientes :

a) De acero al carbón hasta 380 °F sin aislar, en cuerpo y tapas.

Aplican notas 1,2,3 y 4 del punto (Ia).

b) De acero al carbón con aislamiento, en cuerpo y tapas.

Aplicando notas 1,2 y 3 del punto (Ia).

c) Para los soportes metálicos de los equipos que lleven retardante contra fuego aplicarán notas 1, 2 y 3 de punto (Ia).

## III) Cambiadores de calor:

a) Coraza y cabezales de acero al carbón hasta 380 °F sin aislar.

Aplican notas 1, 2, 3 y 4 de punto (Ia).

b) Soportes para cambiadores de IIIa.

Aplican notas 1 y 3 de punto (Ia).

c) Coraza y cabezales de acero al carbón aislados, todas las temperaturas.

Aplican notas 1,2 y 3 de punto (Ia).

d) Soportes para cambiadores de IIIc.

Aplican notas 1 y 3 de punto (Ia).

**IV) Acero Estructural:**

a) Acero estructural hasta 150 °F.

Aplican notas 1, 3 y 4 de punto (Ia).

b) Acero estructural protegido con retardante contra fuego.

Aplican notas 1 y 3 de punto (Ia).

c) Plataformas y escaleras hasta 150 °F.

Aplican notas 1, 3 y 4 de punto (Ia).

**V) Equipo Misceláneo:**

Bombas, turbinas, compresores, motores etc. sin aislamiento y aislados.

De acuerdo con el estándar de proveedor para acabado de sus equipos: se reparan los daños sufridos por el recubrimiento, bajo el aislamiento siempre.

Las superficies de acero inoxidable no se limpiarán con arena, ni se aplicará primario, ni acabado, a cualquier temperatura de operación.



b.5.- LISTA DE LINEAS A LIMITE DE BATERIA ( Requerimientos )

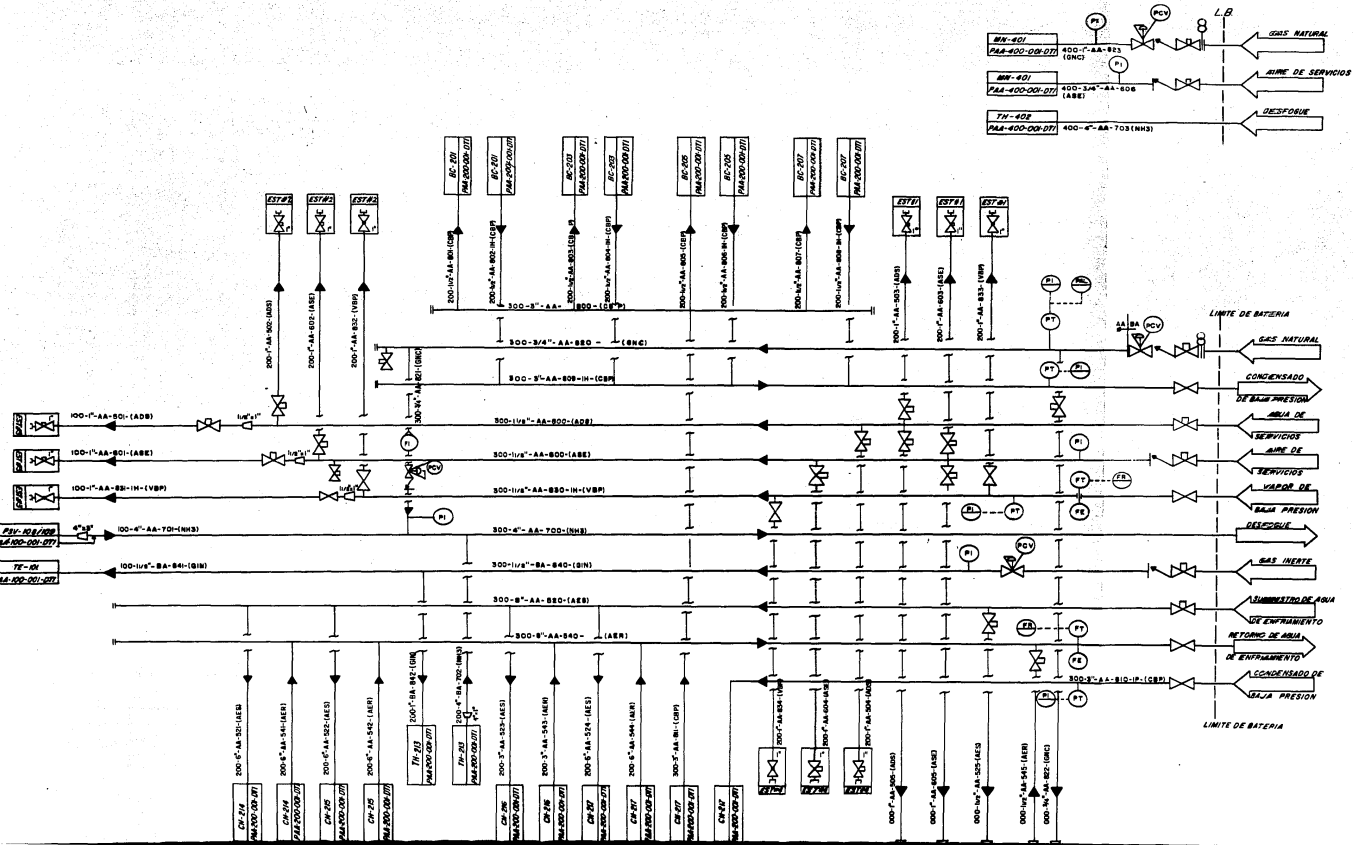
FLUJOS		No. DE LINEA	FLUJO NORMAL (Kg/HR)	FLUJO DIS (Kg/HR)	TEMPERA- TURA (°C)	PRESION (Kg/cm <sup>2</sup> A)	DESDE	HASTA	DIREC- CION	REMARKS
PROCESO	Amoniaco liquido	100 - 4" - BA - 101 - (NH <sub>3</sub> )	40 000.00	48 000.00	40.00	15.85	Carro tanque	TE - 101	Entra	
	Amoniaco liquido	100 - 2" - BA - 103 - (NH <sub>3</sub> )	7 000.00	8 400.00	1.5	21.24	BA - 102/104	Planta	Salv	
	Amoniaco vapor	200-	296.81/340.98	410.00	158.2	17.92	BC - 201/203/205	Carro Tanque	Salv	Ver Nota 4
	Amoniaco vapor	100 - 1" - BA - 110 - (NH <sub>3</sub> )	0		40.00	15.85	Carro tanque	TH - 209	Entra	
SERVICIOS	Agua Enfriamiento Suministro	300 - 8" AA - 520 (AES)	286.8/303.26	364	39	4.54	Torre de enfriamiento	CH 214/215/216/217	Entra	Ver Nota 1
	Gas inerte	300 - 1 1/2" - BA - 840 (GIN)	519.67	624	40	16.00	Generador N <sub>2</sub>	TE - 101 TH - 213	Entra	
	Vapor Baja Presión	300 - 1 1/2" - AA - 830#1 (VBP)	0	200	154	5.30	Caldera	Est. de servicios	Entra	
	Agua de servicios	300 - 1 1/2" - AA - 500 (ADS)	0.02	3.6	40	4.03	Tanque aguas	Est. de servicios	Entra	Ver Nota 2
	Aire de servicios	300 - 1 1/2" - AA - 600 (ASE)	0	2.38	40	7.03	Compresor A.S.	Est. de servicios	Entra	Ver Nota 3
	Gas Natural	300 - 3/4" AA - 820 (GNC)	36.7	44	40	6.00	Est. de reducción	Cabezal Desf. y MN-401	Entra	Ver Nota 3
	Agua Enfriamiento Retorno	300 - 8" - AA - 540 (AER)	286.8/303.26	364	49	3.84	CH - 214/215/216/217	Torre de enfriamiento	Salv	
	Desfogue	300 - 4" - AA - 700 (NH <sub>3</sub> )	0	214.20 2802.6	23.4/44.3	2.25	TH - 213 Y TE - 101	MN - 401	Salv	
	Condensado Baja Presión	300 - 3" - AA - 800 (CBP)	8 175.6	9811	154	5.30	Cabezal General	CH - 217	Entra	
	Condensado Baja presión	300 - 3" - AA - 809 (CBP)	8 175.6	9811	63	5.2	BC - 201/203/205/207	Cabezal Gal.	Salv	

1) Datos para caso de operación I/II en m<sup>3</sup>/HR

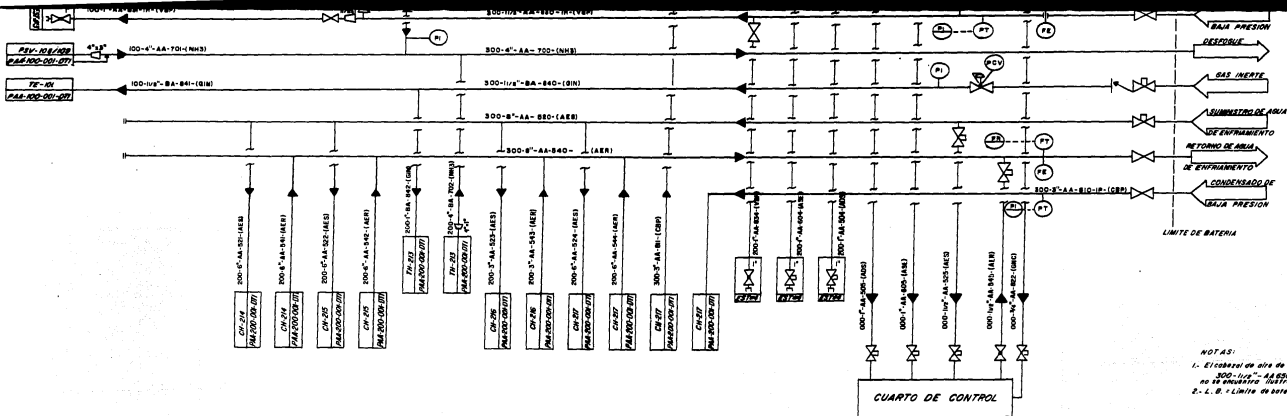
2) Datos en m<sup>3</sup>/HR

3) Datos en SCM/H

4) Datos para casos de operación I/II







NOTAS:  
 1. El cabezal de aire de instrumentos  
 300-114\"/>

	PLANO DE REFERENCIA				Fecha	REV	REVISIÓN	Aprobó		<b>FACULTAD DE QUÍMICA</b> DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE SERVICIOS	Dibujo: C F X      Fecha:      #serie: an      ACOT:
	PROYECTO PAA- 1980 - 001									PAA-300-001-DT1	A

**C) INGENIERIA DE CONTROL  
(INSTRUMENTACION)**

**Proverbio Arabes:**

**El que no sabe y no sabe que no sabe, es un ignorante.- Apártate de él.**

**El que no sabe y cree que sabe, es un fatuo.- Campadécelo.**

**El que no sabe y sabe que no sabe, es un desdichado.- Enséñale.**

**El que sabe y no sabe que sabe, está durmiendo.- Despiértalo.**

**El que sabe y sabe que sabe, es un sabio.- Imítalo.**

TABLA 1 IDENTIFICACIONES GENERALES.

	1ª Letra Variable del Proceso	SEGUNDA Y TERCERA LETRAS TIPO DE MECANISMOS											
		Mecanismos Controladores				Válvulas de seguridad (Rel.)	Mecanismos de Medición		Aparatos de cristal para medir por observac.	Mecanismo de Alarma -			Elemento  Primario
		Controladores Separadores		Válvulas reguladoras actua- das por si mismas	Regis- tro		Indica- ción	Regis- tro		Indica- ción	-		
		Registro	Indicación										
		-RC	-IC	-C	-CV	-SV	-R	-I	-G	-RA	-IA	-A	-E
Flujo	F-	FRC	FIC				FR	FI	FG	FRA	FIA		FE
Nivel	L-	LRC	LIC	LC	LCV		LR	LI	LG	LRA	LIA	LA	
Presión	P-	PRC	PIC	PC	PCV	PSV	PR	PI	///	PRA	PIA	PA	PE
Densidad	D-	DRC	DIC	DC			DR	DI	///	DRA	DIA		
Manual	H-		HIC	HC	HCV		///	///	///	///	///		///
Conductividad	C-	CRC	CIC				CR	CI	///	CRA	CIA	CA	CE
Rapidez	S-	SRC	SIC	SC	SCV	SSV	SR	SI	///	SRA	SIA	SA	
Viscosidad	V-	VRC	VIC				VR	VI	VG	VRA	VIA		
Peso	W-	WRC	WIC				WR	WI		WRA	WIA		WE
Temperatura	T-	TRC	TIC	TC	TCV	TSV	TR	TI	///	TRA	TIA	TA	TE

Los espacios con los guiones transversales indican combinaciones posibles

## **c.1.- CRITERIO DE DISEÑO DE INSTRUMENTACION**

### **c.1.1.- INTRODUCCION**

Los circuitos de instrumentación pueden utilizar medios de actuación tales como presión neumática, hidráulica o corriente eléctrica, e inclusive puede haber combinaciones híbridas. A los dispositivos que forman los medios de medición (controlador automático) se les conoce como INSTRUMENTOS.

De acuerdo a las características dinámicas del proceso a controlar se establecen los MODOS DE CONTROL, los que pueden ser definidos como la forma matemática en que el controlador, (el controlador automático no es sino una microcomputadora analógica de propósito especial) manejará el error, para producir la corrección a través del ELEMENTO FINAL DE CONTROL, de forma que la variable controlada quede dentro de los límites preestablecidos.

Los modos de control más utilizados son: EL PROPORCIONAL PURO, EL INTEGRAL (también conocido como REAJUSTE AUTOMATICO), y el DE DERIVADA (también conocido como RATE). Estos modos de control pueden ser utilizados solos (a excepción del de derivada), o en combinaciones entre ellos.

El modo de control de ON - OFF no es sino un caso particular del proporcional puro cuando la ganancia del controlador tiende a infinito.

### **1.- SIMBOLOS Y NOTACIONES USADOS EN INSTRUMENTACION Y CONTROL.**

En Instrumentación y Control se emplea un Sistema especial de símbolos, con el objeto de transmitir más efectivamente tanto sus ideas como su información. Esto es indispensable en el diseño, selección operación y mantenimiento de Sistemas de Control.

Un Sistema de Símbolos ha sido estandarizado por la I.S.A. (Sociedad de Instrumentación de América), el cual se da a continuación en forma condensada.

La identificación de un Instrumento será entonces:

- a) Identificación específica, cuando a la combinación de letras acompaña un número que sirve para identificar el Instrumento más detalladamente.

- b) Identificación general, cuando se use una combinación de letras para establecer su propósito y funciones.

## **IDENTIFICACIONES GENERALES.**

Las identificaciones generales consisten en las letras mostradas en la tabla 1.

La tabla 1 contiene las letras que pueden usarse, con el significado de cada una de ellas y la posición ó posiciones permitidas, en las cuales pueden combinarse.

En el uso de estas letras y sus combinaciones, se deben aplicar las siguientes reglas o instrucciones.

- a) Las letras de identificación se escribirán en todos los casos con mayúsculas. Las únicas excepciones lo son el uso de "d", "r" y "p" (Esta última en la combinación pH únicamente).
- b) Cada letra tendrá un solo significado al usarse como primera letra en cualquier combinación, definiendo la variable del proceso.
- c) Igualmente cada letra tendrá un solo significado cuando se use como segunda o tercera letra en una combinación al definir el tipo de servicio.
- d) Lo anterior es particularmente importante al formar las combinaciones de letras que indica la tabla 1, o bien al agregar más, de acuerdo con dicha secuencia.
- e) No pueden usarse letras o combinaciones de letras intermedias.

## **IDENTIFICACIONES ESPECIFICAS.**

En la mayoría de los casos será necesario agregar a la identificación general de un Instrumento, un sistema numerico para establecer así su identificación específica. Cualquier sistema de números en serie puede ser usado y pueden pertenecer a un solo proceso unitario, o bien pueden ser todo un sistema completo de números seriados para una planta, o un grupo de plantas que formen una organización.

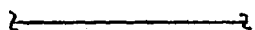
En cualquier caso, la serie de números consecutivos deberá ser apropiada para usarse en las identificaciones generales.

En un trabajo escrito, el número va inmediatamente después de las letras y separado de éstas por medio de un guión. Ejemplo: El Control y registro de Temperatura número uno se representará TRC-1.

## SÍMBOLOS.

Los símbolos se usan para indicar la posición de cada instrumento en los diagramas y se ilustran a continuación. La lista muestra los dibujos básicos de los símbolos requeridos.

### LISTA DE SÍMBOLOS MAS UTILIZADOS EN INSTRUMENTACION



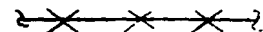
Línea de proceso.



Señal eléctrica.



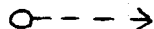
Señal neumática.



Señal de sistema termal lleno.



Suministro de aire.



Suministro de energía eléctrica.



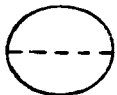
Instrumento localizado en el campo.



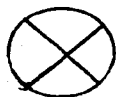
Instrumento localizado en el tablero local.



Instrumento localizado en el tablero principal.



Instrumento localizado en la parte posterior del tablero principal.



Transmisor de señal.



Transductor de señal eléctrico (mA/psi).



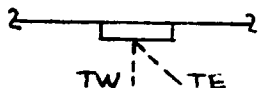
Convertidor de señal de termopar a señal eléctrica (mV/mA).



Elemento primario de medición de flujo (placa de orificio).



Elemento primario de medición de temperatura (termopar) sencillo con termopozo.



Elemento primario de medición de temperatura (termopar) dúplex con termopozo.



Válvula automática de control con actuador de diafragma, cierra a falla de aire.



Válvula automática de control con actuador de diafragma, abre a falla de aire.



Válvula automática de control con actuador de diafragma con posicionador.



Válvula automática de control con actuador de diafragma con volante manual.



Válvula solenoide de tres vías con reposición manual.

## 2.- TERMINOLOGIA DEL CONTROL AUTOMATICO

Para entender el lenguaje de la técnica e Ingeniería de Control es un requisito necesario conocer los fundamentos de los mismos. La normalización de la terminología de control ha sido difícil, debido principalmente a que los ingenieros a menudo usan varios términos para referirse al mismo fenómeno.

Existen varios intentos de normas, pero las "ASME STANDARD 105", "Terminología de Control Automático" publicadas por la "División de Instrumentos y Reguladores" de la "Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos" (ASME) son las más utilizadas. La terminología de esta publicación que se aplica a la instrumentación y control, se enlistan a continuación, teniendo asociado su concepto o definición.

### 1) ELEMENTOS DEL PROCESO:

**EL PROCESO.**- El proceso comprende las funciones colectivas realizadas en y por el equipo en el cual la variable va a ser controlada. "El equipo" que es lo que se encubre en esta definición debe entenderse que no incluye el equipo de control. El proceso puede también referirse como el sistema controlado, por ejemplo: La producción de gasolina es un proceso que consiste de un número determinado de componentes o sub-procesos; y el proceso completo se controla, controlando estos sub-procesos.

**LA VARIABLE CONTROLADA.**- Es aquella cantidad o condición que es medida y controlada.

**EL MEDIO CONTROLADO.**- Es aquella energía o material del proceso en el cual la variable es controlada.



La variable controlada es una condición o característica del medio controlado, por ejemplo, cuando la temperatura del agua en un tanque es automáticamente controlada, la variable controlada es la temperatura y el medio controlado es el agua.

**LA VARIABLE MANIPULADA.** - Es aquella cantidad o condición que es variada por el Controlador Automático, de modo que afecta el valor de la Variable Controlada.

**EL AGENTE DE CONTROL.** - Es aquella energía o material del proceso en el cual la Variable Manipulada es una condición o característica.

La variable manipulada es una condición o característica del agente de control. Por ejemplo: cuando un elemento final de control (válvula de control), cambia el flujo del gas combustible a un quemador, la variable manipulada es el flujo, el agente de control es el gas.

#### 11) ELEMENTOS DEL CIRCUITO DE CONTROL AUTOMATICO:

**CONTROLADOR AUTOMATICO.** - Es un dispositivo que mide una cantidad o condición variable, y opera para corregir o limitar la desviación de este valor medido, de una referencia seleccionada (SET-POINT).

Simplemente establecido, el controlador automático opera para corregir o limitar, la cantidad que la medición actual de la variable controlada difiere de la medición deseada, o valor de estado estacionario de esa variable.

**SISTEMA DE CONTROL AUTOMATICO.** - Un sistema de control automático es cualquier arreglo, de uno o más controladores automáticos conectados en circuitos cerrados, con uno o más procesos.

**MEDIOS DE MEDICION.** - Consisten de aquellos elementos de un Controlador Automático que están involucrados en la determinación y comunicación a los medios de control del valor de la Variable Controlada.

En el sistema de medición en un Controlador Automático:

**ELEMENTO PRIMARIO.** - Es la porción de los medios de medición que primero utiliza o transforma energía del medio controlado para producir un efecto, que es una función del cambio en el valor de la Variable Controlada.

El efecto producido por el Elemento Primario puede ser un cambio de presión, fuerza, posición, potencial eléctrico o resistencia.

**MEDIOS DE CONTROL.** - Son aquellos de un Controlador Automático que producen la acción correctiva.

**ELEMENTO FINAL DE CONTROL.** - Es aquella porción de los medios de control que cambia directamente el valor de la variable manipulada.

Este puede ser una válvula de control, un amortiguador, u otra forma de restrictor variable y ajustable, que puede cambiar el flujo del Agente de Control.

### iii) CARACTERISTICAS IMPORTANTES DEL PROCESO DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL CONTROL.

Todo proceso tiene ciertas características que influyen en la calidad del control.

**CAPACIDAD.** - Es la cantidad máxima de energía o material que puede ser almacenada por el proceso.

**CAPACITANCIA.** - Es el cambio de capacidad por unidad de cambio en una variable de referencia.

**RESISTENCIA.** - Es la oposición al flujo de materia o energía.

**RETRASOS.** - Es cualquier retardo entre dos acciones relacionadas.

**TIEMPO MUERTO.** - Es el retraso de tiempo que existe entre un cambio de la variable controlada y el momento en que el elemento primario de medición detecta totalmente ese cambio.

**CAMBIO DE CARGA.** - Es un cambio de la variable manipulada, no provocado por el elemento final de control (válvula automática), sino por un cambio de propiedades físicas o de energía del agente de control.

**AUTO-REGULACION.** - Es una acción constante y propia del proceso que ayuda o se opone a llegar al equilibrio.

iv) CARACTERISTICAS DEL CONTROL AUTOMATICO:

**OSCILACION O CICLAJE.**- Es un cambio periódico de la variable controlada, de un valor a otro.

**EL PUNTO DE CONTROL.**- Es el valor de la variable controlada, el cual bajo cualquier condición de ajuste fijado, el control automático opera para mantenerlo.

**EL PUNTO DE AJUSTE (SET-POINT).**- Es la posición a la cual se fija el mecanismo de control, para servir como señal de referencia.

**SENSIBILIDAD.**- Es la rapidez de respuesta en la señal de salida con respecto a un cambio específico de la señal de entrada.

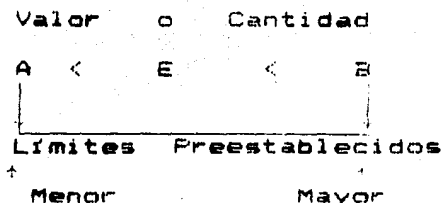
Este término puede aplicarse a cualquier elemento en el circuito de control.

**DESVIACION.**- Es la diferencia entre el valor instantáneo de la variable controlada y el valor de la variable controlada de acuerdo con el punto de ajuste.

c.1.2.- SISTEMAS DE CONTROL

Un sistema de control es aquel dentro del cual un cierto valor o cantidad debe ser mantenida dentro de límites preestablecidos.

Matemáticamente:

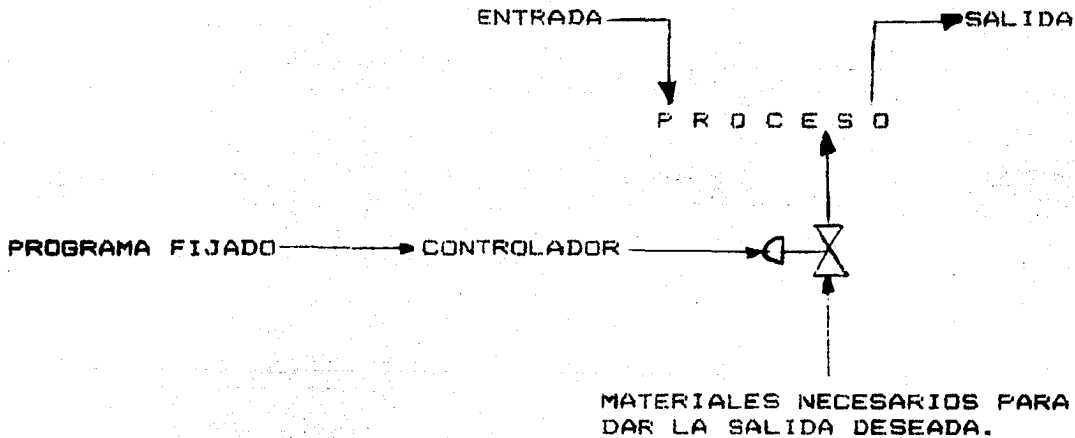


Y existen varias formas de implementar estos sistemas desde el punto de vista de la Instrumentación.

Así los sistemas de control pueden dividirse en sistemas de control de circuito abierto y de circuito cerrado.

### a) SISTEMAS DE CONTROL DE CIRCUITO ABIERTO

El sistema de control de circuito abierto simplemente involucra la realización de un estimado de la forma o cantidad de acción necesaria para obtener un objetivo deseado, y su base radica en la predicción. No se hace una comprobación para determinar si la acción correctiva ha cumplido con el objetivo deseado.



SISTEMA DE CONTROL DE CIRCUITO ABIERTO

### b) SISTEMAS DE CONTROL DE CIRCUITO CERRADO

La diferencia entre un sistema de control abierto y un sistema de control de circuito cerrado estriba en que en este último sí existe una comparación final y continua entre los resultados deseado y actual y si no son iguales (se produce un error), el controlador opera para corregir el error a través de un elemento final de control (normalmente una válvula de control pero puede ser también un interruptor eléctrico).

En el área de los procesos industriales, la mayoría de las veces de tipo continuo, los sistemas de control de circuito abierto prácticamente no tienen aplicación, por lo que de aquí en adelante trataremos únicamente con los sistemas de control automático de circuito cerrado.

### **c) SELECCION DE ELEMENTOS PRIMARIOS**

Un elemento primario es un dispositivo, usualmente en forma de una restricción, insertado en la tubería para desarrollar algún tipo de señal mecánica, eléctrica o hidráulica para propósitos de medida de flujo. Normalmente se requiere un elemento secundario (un transductor que amplifique la señal recibida del elemento primario) para hacer la relación de esta fuerza al flujo.

Hay muchos factores técnicos que pueden considerarse cuando se selecciona un elemento primario. Podemos mencionar como más importantes, los siguientes:

- i) Utilidad general: usar orificio concéntrico.
- ii) Alta exactitud: medidor de turbina (para líquidos claros) orificio concéntrico (para gases).
- iii) Rango de control amplio: medidor magnético de flujo; medidor de turbina; rotámetro.
- iv) Sin pérdida de presión: medidor magnético.
- v) Mínima pérdida de presión: Tubo venturi.
- vi) Alta velocidad: boquillas de flujo; medidor magnético.
- vii) Baja velocidad: medidor de desplazamiento positivo.
- viii) Bajo volumen: orificio integral.
- ix) Líquidos viscosos: medidor magnético de flujo; orificio de bordes cuadrados.
- x) Líquidos con sólidos suspendidos: medidor magnético de flujo. Lámina segmentada.
- xi) Líquido con gases disueltos: orificio excéntrico con una apertura en la parte alta de la tubería; orificio concéntrico para líneas verticales hacia arriba.

- xii) Gases: orificio para líneas de 2" a 10"; tubo pitot venturi para líneas de diámetro mayor a 10".
- xiii) Gases con humedad: igual a lo marcado en (xi) pero con apertura en la parte baja de la tubería y usar orificio concéntrico para líneas verticales hacia abajo.
- xiv) Vapor: Boquillas (cuando es húmedo con alta presión) o también orificio cuando éste es seco.
- xv) Canal abierto: medidor de caudal parshall para fluidos sucios; bobina trapezoidal para fluidos limpios; también se puede usar un medidor de compuertas en "V".

Un desglose más completo puede observarse en la Tabla I.

#### d) TAMAÑOS PARA CONEXIONES

Se deberán emplear los siguientes tamaños estándar para conexiones de instrumentos en este proyecto:

Vidrios de nivel (Reflex).	3/4" Rosc., 1" Bridados (2 con).
Transmisor de nivel de flotador.	2" Bridada (1 con).
Transmisor de nivel.	3" al recipiente con sello químico y capilar (2 con).
Termopozo	3/4" roscado, 1" bridado (1 con).
Medidores de Presión	1/2" roscado conectados con un cople a una brida ciega barrenada de 1".
Válvulas de seguridad	Tamaño calculado de entrada a la válvula, bridado.
Mirillas de Flujo	1" a 5" en línea 3" recip. Brid.

**TABLA 1: SELECCION DE ELEMENTOS PRIMARIOS DE FLUJO**

ELEMENTO	TIPO DE FLUIDO MANEJADO	PERDIDA DE PRESION (1)	RANGO DE FLUJO	ERROR (2)	LOCALIZA- CION (3)	EFFECTO DE LA VISCO- SIDAD	COSTO RELATI- VO	TIPO DE LECTURA
Orificio concéntrico	Líquido, gas, vapor	50 a 90%	3 : 1	3/4%	10 - 30 D	Alto	Bajo	Raíz cuadrada
Orificio segmental	Lodos Líquidos	60 a 100%	3 : 1	2.5%	10 - 30 D	Alto	Bajo	Raíz cuadrada
Orificio Excéntrico	Combinaciones de líquido y gas	60 a 100%	3 : 1	2%	10 - 30 D	Alto	Bajo	Raíz cuadrada
Orificio de bordes cua- drados	Líquidos vis- cosos	45 a 85%	3 : 1	1%	20 - 50 D	Bajo	Medio	Raíz cuadrada
Borde seg- mental	Lodos y líqui- dos viscosos	30 a 80%	3 : 1	1%	10 - 30 D	Bajo	Alto	Raíz cuadrada
Tubo Ven- turi	Líquido y gas	10 a 20%	3 : 1	1%	5 - 10 D	Muy Alto	Muy Alto	Raíz cuadrada
Medidor de Vórtice	Líquido y gas	50 a 70%	10 : 1	1%	10 - 20 D	Medio	Alto	Linear
Boquilla de flujo	Líquido, gas, vapor	30 a 70%	3 : 1	2.5%	10 - 30 D	Alto	Medio	Raíz cuadrada
Medidor de codos	Líquido	Ninguna	3 : 1	1%	30 D	Despre- ciable	Medio	Raíz cuadrada
Rotámetro	Todos los fluidos	1" a 200" H <sub>2</sub> O	10 : 1	2%	Cualquie- ra	Medio	Medio	Linear

ELEMENTO	TIPO DE FLUIDO MANEJADO	PERDIDA DE PRESION (1)	RANGO DE FLUJO	ERROR (2)	LOCALIZA- CION (3)	EFECTO DE LA VISCO- SIDAD	COSTO RELATI- VO	TIPO DE LECTURA
Bobina tra- pezoidal	Líquidos	Desprecia- ble	10 : 1	4%	Cualquie- ra	Despre- ble	Medio	3/2
Medidor de caudal Parshall	Lodos líqui- dos	Desprecia- ble	10 : 1	3%	Cualquie- ra	Despre- ciable	Alto	3/2
Medidor magnético	Líquidos y lodos	Ninguna	30 : 1	1%	Cualquie- ra	Ninguno	Alto	Linear
Medidor de turbina	Líquidos	Hasta 7 psi	14 : 1	1/2%	5 - 10 D	Alto	Alto	Linear
Medidor de compuertas en V	Líquidos	Desprecia- ble	30 : 1	4%	Ninguna	Despre- ble	Medio	5/2
Tubo de Pitot	Líquidos	Desprecia- ble	3 : 1	1%	20 - 30 D	Bajo	Bajo	Raíz cuadrada
Venturi Pitot	Líquidos y gases	Desprecia- ble	3 : 1	1%	20 - 30 D	Alto	Bajo	Raíz cuadrada

#### NOTAS:

- (1) Las pérdidas de presión son indicadas como porcentaje de la presión diferencial producida.
- (2) Las exactitudes están dadas como un porcentaje del máximo, aquellos marcados con un asterisco (\*) son calibrados en laboratorio como práctica común.
- (3) La localización se refiere al mínimo número de diámetros que deben preceder el elemento primario para una correcta operación.



#### **e) CONSUMOS**

Una válvula de control con posicionador neumático consume 1 scfm de aire de instrumentos, mientras que los extractores de raíz cuadrada y transmisores neumáticos utilizan alrededor de 4.2 scfm suministrados a 20 psig (1.41 Kg/cm<sup>2</sup> G).

La corriente para un sistema eléctrico proveniente de una fuente de poder de 30v (+ 15v a -15v) tendrá de 4 a 20 MA para la operación de las válvulas y demás dispositivos de control.

#### **f) COLOCACION EN TABLERO**

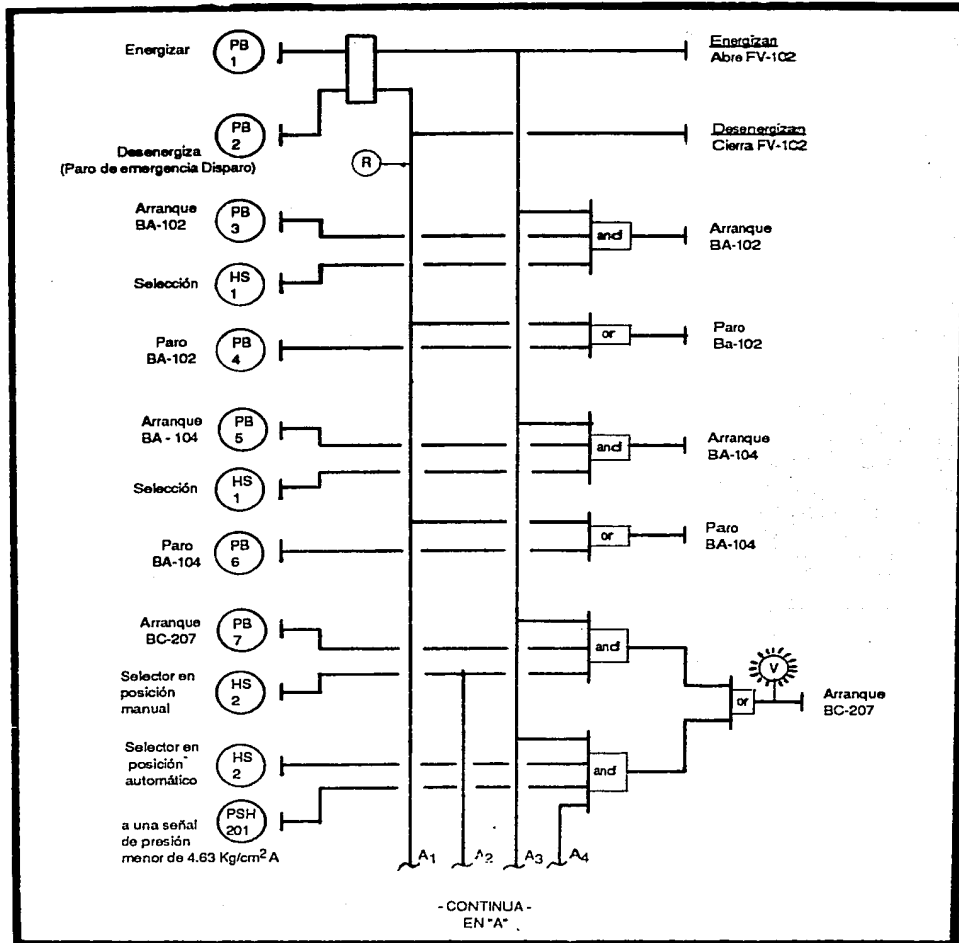
En la parte frontal del tablero de control, deberán ir colocados todos aquellos dispositivos, que por condiciones del proceso, requieran ser vistos tales como indicadores, contadores, botones de ajuste, controladores, etc.

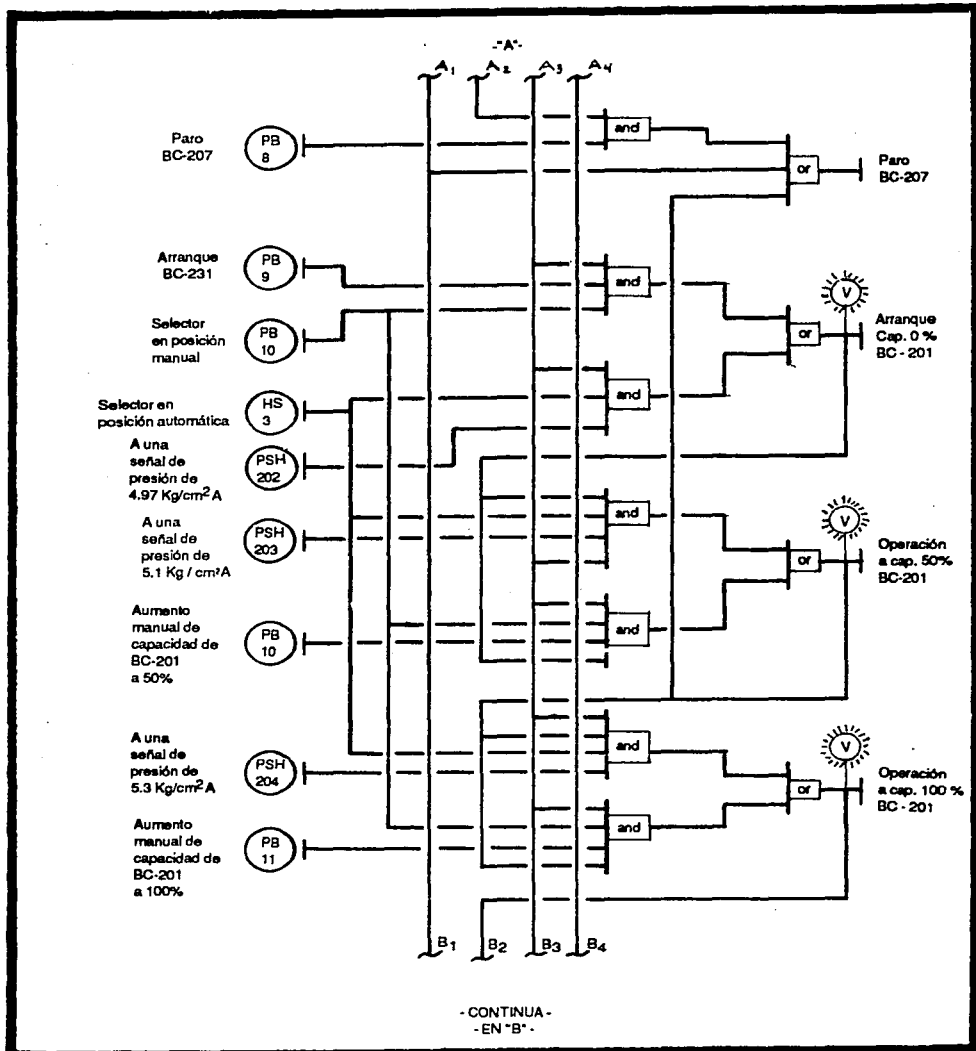
Mientras en la parte posterior se colocarán los que no requieran ser vistos para operar: accionadores de alarmas, en computadoras, dispositivos integradores etc.

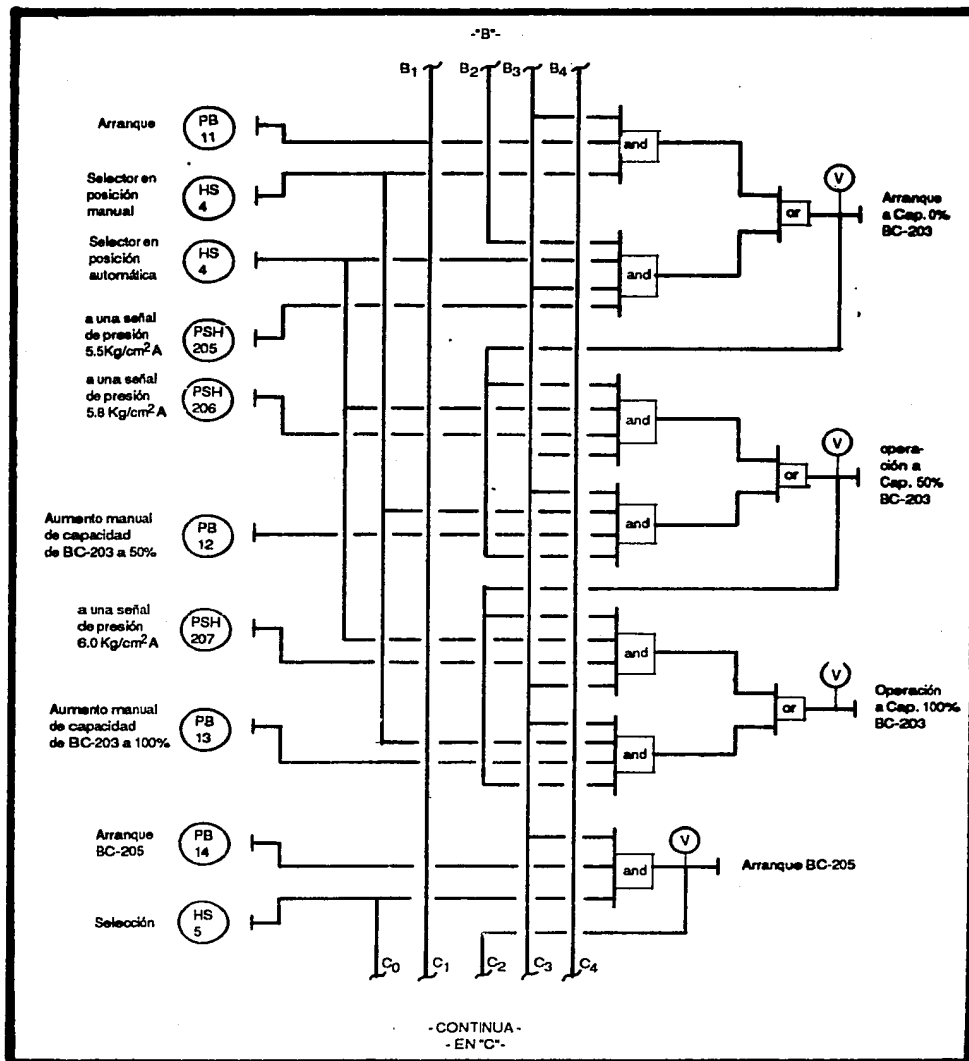
#### **g) CABEZAL**

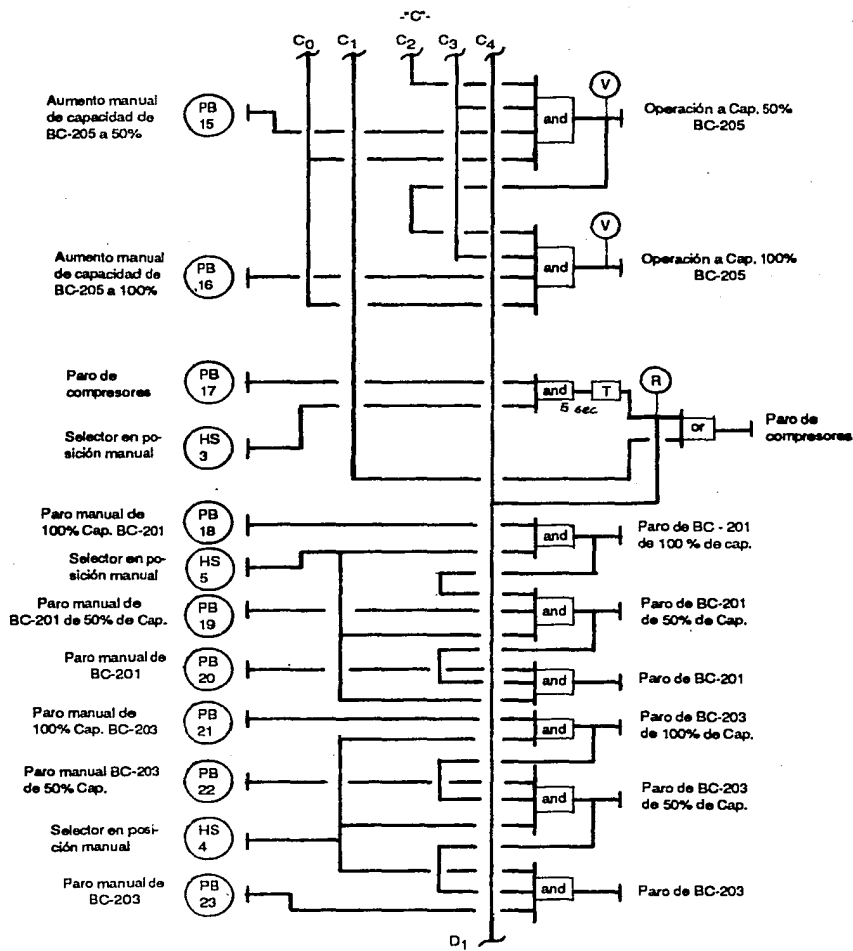
El cabezal de aire de instrumentos tendrá un diámetro de 1 1/2" mínimo.

## h) DIAGRAMA LOGICO DE CONTROL

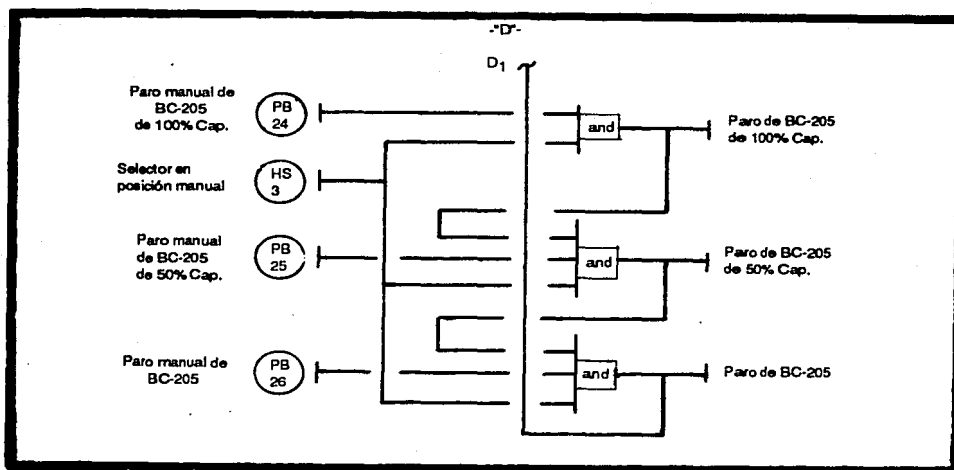








- CONTINUA -  
- EN "D" -



Un diagrama lógico de control es la base para el desarrollo de un diagrama eléctrico. Es una secuencia lógica de operación. Se complementa con la descripción del proceso y con los diagramas de tubería e instrumentación. El grupo encargado del desarrollo de un dibujo de este tipo es el grupo de Ingeniería de Control (Instrumentación) verificando junto con los ingenieros de proceso y proyecto, el correcto desarrollo de los mismos.

**d) INGENIERIA MECANICA**

**Creo firmemente que no se puede  
tratar con las cosas más serias  
de este mundo, a menos que uno  
comprenda las más divertidas.**

**W. Churchill.**

#### **d.1.- ESPECIFICACIONES MECANICAS DE RECIPIENTES:**

Dentro de este grupo trabajan especialistas mecánicos.

##### **d.1.1.- Códigos y estándares aplicables.**

Los equipos deben ser diseñados de acuerdo con la última edición de:

- i) ASME American Society of Mechanical Engineers.  
Section VIII Div. 1
- ii) Tera Tubular Exchanger Manufacturers Association.
- iii) ASTM American Society for Testing and Materials.
- iv) AWS American Welding Society.
- v) ANSI American National Standards Institute.

##### **d.1.2.- Construcción.**

El vendedor debe suministrar los materiales requeridos para la fabricación de los equipos:

###### **i) PLACA**

Se debe suministrar la placa para la fabricación de: patas, envolvente, tapas, placa base, anillo de compresión, soportes para transporte, plantilla para cimentación, clips, soportes internos, refuerzos de boquillas, placas de respaldo, placas de choque, rompedor de remolinos y orejas de izaje.

###### **ii) ESCALERAS Y PLATAFORMAS**

Se debe incluir la fabricación (con todo el material requerido) de escaleras y enviarlas por separado para montarse en campo por los encargados de la construcción.



#### d.1.3.- Accesorios

El vendedor debe suministrar e instalar los cuellos de boquillas (de tubo 10" y menores) en la esfera y las bridas de las boquillas, la conexión para los termopozos, la tubería, etc.

Para la esfera los accesorios se enviarán marcados y separados para ser instalados en campo.

En ningún caso se permitirá soldar piezas de acero al carbón directamente al cuerpo del recipiente de requerirse esto, se permitirá solamente si se incluye placa intermediaria de corrosión del mismo material del cuerpo.

#### d.1.4.- Internos.

Para la instalación de las mallas mecánicas en los recipientes, el proveedor debe suministrar los soportes internos necesarios con el equipo, en acero estructural.

#### d.1.5.- Soldadura de campo

Por limitación de transporte el embarque de la esfera debe ser en secciones, las soldaduras de campo son realizadas por otros, supervisadas por un representante del proveedor e incluidas en su garantía.

El vendedor debe indicar la(s) soldadura(s) de campo (para los equipos que la requieran) en sus dibujos de fabricación.

#### d.1.6.- Generalidades

- i) El material del aislamiento será suministrado por otros.
- ii) A todos los equipos de acero inoxidable se les debe aplicar pasivado, de acuerdo a las normas ASTM A-380 última edición (con ácido nítrico).
- iii) El vendedor debe enviar para aprobación por el cliente o FI sus procedimientos de soldadura, antes de proceder a la fabricación.

- iv) Todos los equipos deben pintarse con primer anticorrosivo (Inorgánico de Zinc) en sus partes de acero al carbón el faldón deberá pintarse, interior y exteriormente, previa limpieza con chorro de arena a metal casi blanco de acuerdo con la especificación de pintura para este proyecto.
- v) La aceptación de los equipos está sujeta a la verificación de la prueba hidrostática en campo, en presencia de un representante del proveedor.
- vi) La tolerancia para corrosión será de 1/16" para acero al carbón y 1/32" para acero inoxidable, con excepción de la tolerancia para la esfera de almacenamiento que será de 1/64".
- vii) Las tapas de los recipientes deben ser semielípticas pero deberán calcularse además tapas torisféricas, dándole la opción al proveedor del recipiente, de acuerdo con un menor costo de fabricación.
- viii) Los cambiadores de calor de tubos y coraza deben ser tipo BEM (de coraza de un paso, cabezales tipo bonete y espejo fijo).
- ix) La eficiencia de soldadura para equipos críticos será de 1 (100% radiografía) en tapas y cuerpo, para recipientes no críticos debe usarse 0.85 para cuerpo y 1 para tapas (cuerpo radiografiado por puntos), efectuada por personal calificado.
- x) El tamaño de las entradas de hombre para la esfera será de 24" y para los demás equipos se considerará, cuando sea posible, que la tapa sea bridada y utilizada como acceso al recipiente.

#### **d.2.1. - CRITERIO DE DISEÑO PARA TUBERIAS DE PROCESO Y SERVICIOS AUXILIARES**

##### **a) Diámetros de tuberías y conexiones:**

No debe proyectarse tubería en diámetros menores de 3/4" excepto para conexión de instrumentos o para venas de vapor.

No debe proyectarse tubería en diámetro de 3/8", 1 1/4", 2 1/2", 3 1/2" y 5", excepto cuando la conexión a equipo mecánico así lo requiera donde se deban mantener límites de velocidad especificados por el departamento de proceso.

##### **b) Interconexión de tuberías de diferente especificación:**

Para la interconexión de tuberías de diferente especificación, el diseño debe ser de acuerdo con la especificación de material de más alta calidad o rango de presión más elevado, incluyendo la primera válvula en la tubería de más baja calidad de material o rango de presión menor.

En el diseño de tubería para válvulas reductoras de presión, debe aplicarse la especificación de material de rango de presión más elevado, hasta e incluyendo la válvula de la derivación (by pass). Las válvulas de bloqueo, después de las válvulas reductoras de presión, deben seleccionarse de acuerdo con la especificación de material de menor rango de presión.

Las válvulas de bloqueo deberán ser de acuerdo con la especificación de material de más alta calidad o rango de presión más elevado.

##### **c) Cambios de dirección en tuberías deberán diseñarse normalmente con codos soldables, fabricados de una sola pieza.**

##### **d) Reducción de diámetros:**

La reducción en el diseño de tubería deberá proyectarse únicamente con alguno de los siguientes tipos de conexiones: reducciones concéntricas o excéntricas, codos de reducción, bridas de reducciones botellas (swages) o acoplamientos de embutir para soldar (socket-weld).

Las reducciones tipo botella (swages) deberán ser del mismo material e igual espesor que la tubería, excepto de diámetros de 1 1/2" y menores, que deberán ser de espesor mínimo equivalente a cédula 80.

Silletas o refuerzos de placa deben ser usados sobre tuberías de cabezal para todas las líneas ramales menores que el tamaño del cabezal.

e) Bridas y conexiones:

Las bridas tipo deslizables (slip-on), se usarán en lugar de bridas de cuello para soldar, cuando se tengan limitaciones de espacio.

Las conexiones a equipo que tengan bridas integrables de fierro fundido y cara plana, deberán de ser con bridas de acero forjado y cara plana.

El uso de conexiones roscadas y de embutir para soldar (Socket-weld), deberá limitarse a 1 1/2", excepto cuando se tenga equipo con conexiones que requieran mayor diámetro, o servicios de alto peligro.

En el diseño de tubería bajo nivel de piso, se deberán usar conexiones de embutir para soldar (socket-weld) en lugar de conexiones roscadas, excepto cuando se trate de agua para servicio en oficinas.

En terminales abiertas de tuberías, corriente abajo después de la última válvula de bloqueo, se podrán usar conexiones de acero, roscadas, en lugar de conexiones de embutir para soldar (socket weld), siempre que el servicio no sea de alto riesgo.

Los tapones macho y otras conexiones, como nipples con tapón cachucha roscada, que se diseñen para instalar en tuberías con aislamiento, deberán ser de longitud suficiente para que rebasen dicho aislamiento.

f) Válvulas.

Seleccionar las válvulas de bloqueo entre líneas, sistemas o equipos de acuerdo al servicio más severo; no usar los siguientes tamaños de válvulas: 3/8", 1 1/4", 2 1/2", 3 1/2" y 5".

g) Distribución y Arreglo General:

Para su distribución, la tubería debe agruparse siempre que sea práctico y ordenarse de tal manera que su instalación dentro de lo funcional, sea la más sencilla, más económica y la que presente mayor facilidad de construcción y mantenimiento.

La tubería de proceso dentro de los límites de planta, normalmente debe proyectarse sobre soportes elevados, tomando las provisiones necesarias para ampliación e instalación de soportes y accesorios, en forma de lograr longitud de tubería lo más corta posible y con un mínimo de expansiones y cruzamientos.

En el caso de tubería sobre soportes elevados, debe considerarse espacio libre en el ancho de las camas para la adición de líneas futuras. Se recomienda seleccionar 10-20% de espacio libre.

La tubería que no se instale sobre soportes elevados debe proyectarse sobre soportes de concreto bajos, (mochetas).

Solamente en los casos en que por condiciones de proceso o que la localización y elevación de equipo así lo fije, se proyectará tubería bajo nivel de piso. Cuando esto ocurra, la tubería deberá ser diseñada para su protección contra corrosión externa y esfuerzos de terreno.

Los arreglos de tubería deben permitir sacar el equipo para inspección, mantenimiento o cambio, sin necesidad de destruir tuberías.

#### h) Elevaciones y espacios libres:

Los espacios libres entre recipientes, equipo y tubería, deben permitir el acceso de maquinaria portátil para mantenimiento.

Los espacios para operación, entre equipo o entre tubería y equipo adyacente, deben ser de 70 cm como mínimo.

La separación entre tuberías paralelas debe darse con espacio libre suficiente para acceso rápido en caso de remoción y/o reparación.

Para tuberías paralelas sujetas a expansión térmica, debe aumentarse la separación convencional conforme los requerimientos.

El espaciamiento entre soportes de tubería múltiple debe ser en general, de 7.50 m. máximo. Para tuberías de 2" de diámetro o menor, deberán usarse soportes intermedios sujetos mediante abrazadera a las tuberías de mayor diámetro.

En tubería elevada, el espacio libre mínimo entre la parte baja de la tubería aislada o no aislada o elementos de soporte y

rabante de banquetas, calles, plataformas u otros elementos, deberá ser conforme lo siguiente:

- a) Dentro de límites de planta 4.00 m.
- b) Sobre plataformas y banquetas 2.15 m.
- c) Dentro de edificios 2.15 m.
- d) Sobre calles, paralelas a las mismas y fuera de las instalaciones de plantas, 4.25 m.
- e) En cruce de calles 6.10 m.
- f) Sobre vías de ferrocarril 7.20 m.

Para tuberías en trincheras, el espacio libre mínimo entre la parte más baja de las bridas y el piso, debe ser de 15 cms.

- g) Expansión y flexibilidad en tuberías:

Todas las tuberías deben diseñarse tomando en cuenta las provisiones necesarias para expansiones y contracciones térmicas de acuerdo con los criterios del departamento mecánico de flexibilidad, prefijados para el proyecto.

En el diseño de tubería o sistemas de tubería a presión, sujetos a expansiones térmicas, el análisis de flexibilidad debe hacerse tomando como temperatura y presión de diseño, la temperatura y presión máxima de operación.

De preferencia, las expansiones deben absorberse con el cambio de dirección de la tubería. Las juntas de expansión pueden ser usadas en tuberías de 14" de diámetro y mayores, o sistemas de desfoque únicamente.

Todos los sistemas de tubería deben diseñarse de tal manera que las cargas y momentos que actúen sobre las bridas de equipo mecánico, tales como bombas y compresoras, no excedan el esfuerzo admisible que para el equipo ha fijado el fabricante.

## **AISLAMIENTO TERMICO**

### **I. AISLAMIENTO TERMICO PARA TUBERIAS Y EQUIPO, CON EXCEPCION DE TE-101**

**Material:** Fibra de Vidrio.

**Formas:** Tubo seccionado, hojas rígidas, rollos y colchonetas armadas.

**Rango de Temperatura:** -34 oC a 232 oC.

Para la barrera de clima se deberán usar los siguientes materiales:

- A) Enchafetado de aluminio: aleación 5005 o 3003 con un espesor de 0.02"
- B) Mastique comercial color negro.
- C) Sellador de junta: barrera de vapor negra.
- D) Red de gallinero: patrón hexagonal de 1" con alambre de AI-316.
- E) Alambre: de AI-316 calibre 16 mínimo.
- F) Pijas: tornillos tipo, bañados de cromo y aluminio.
- G) Pasadores soldables: mínimo calibre 12 de AI-316.
- H) Grapas rápidas: tipo empuje.
- I) Resortes de expansión: de 2" o 4" AI-302.
- J) Fleje comercial.

## II. AISLAMIENTO TERMICO PARA TE-101

Material: Poliuretano espreado.

Forma: Espuma.

Rango de temperatura:

Se subcontratará la aplicación de 2" y una barrera de clima de acuerdo con las condiciones aplicables de I y las estándares del proveedor del mismo.



**ESPEORES A EMPLEAR**

TEMPERATURA °C DIAMETRO	-34	-18	2 A 9	10 A 17
	ESPESOR (in)			
3/4 "	2	1 1/2	1	1
1 "	2	1 1/2	1	1
1 1/2 "	2	2	1	1
2 "	2 1/2	2	1 1/2	1
3 "	2 1/2	2 1/2	1 1/2	1
4 "	2 1/2	2 1/2	1 1/2	1
6 "	3	3	1 1/2	1 1/2
8 "	3	3	1 1/2	1 1/2
10 "	3	3	1 1/2	1 1/2
12 "	3	3	1 1/2	1 1/2
14 " y mayores	4	3 1/2	2	1 1/2

**ESPEORES A EMPLEAR**

TEMPERATURA °C DIANETRO	65	93	121	149	177
	E S P E S O R (in)				
3/4 "	1	1	1	1	1
1 "	1	1	1	1	1
1 1/2"	1	1	1	1	1
2 "	1	1	1	1	1
3 "	1	1	1	1	1
4 "	1	1	1	1	1
6 "	1	1	1	1	1
8 "	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
10 "	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
12 "	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2
14 " y mayores	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2

ESPECIFICACION DE TUBERIAS . . . . . "AA"

CONCEPTO	Diámetro (in)	Cédula o rango	DESCRIPCION	ESPECIFICACION	
TUBERIA	Extremos Planos	1/2 a 1 1 1/2	80 40	Acero al Carbón	ASTM: A-53-B
	Extremos Biselados	2 a 10 12 a 16	40 40		
		18 a 24	40		
	Niple Roscado	1/2 a 1 1 1/2	80 80		
CONEXIONES	Inserto Soldable	1/2 a 1 1/2	3000 #	Acero al Carbón forjado Tca. unión asto. integral.	ASTM: A-105
	Soldable a Tope	1/2 a 1 1/2	3000 #	Acero al Carbón sin costura.	ASTM: A-234-WPB
		2 a 24	de la tubería		
BRIDAS	Cuello Sol.	2 a 24	150#RF	Acero al carbón forjado. Cédula igual a la de la tubería.	ASTM: A-105
	Ciega	1/2 a 24	150#RF		
	Portaorificio soldable.	2 a 10	300#RF		
	Inserto Soldable	1/2 a 1 1 1/2	150#RF 150#RF		
Compuerta	1/2 a 3/4	600#Rosc.	Acero al carbón.	Para amoniaco usar válvulas especiales de acero carbanatado	
	1/2 a 24	150#RF			
Globo	1/2 a 3/4	600#Rosc.			
	1/2 a 4	150#RF			

ESPECIFICACION DE TUBERIAS . . . . . "AA"

CONCEPTO		Diámetro (in)	Cédula o rango	DESCRIPCION	ESPECIFICACION
VALVULAS	Compuerta	1/2 a 3/4	600#Rosc.	Acero al carbón.	Para amoniaco usar válvulas especiales de acero carbanatado
		1/2 a 24	150#RF		
	Globo	1/2 a 3/4	600#Rosc.		
		1/2 a 4	150#RF		
	Check	1/2 a 3/4	600#Rosc.		
		1/2 a 12	150#RF		
14 a 24		150#RF			
Macho	1/2 a 12	150#RF	No usar arriba de 400 °F		
	1/2 a 3/4	600#Rosc.			
VARIOS	Espárragos	todos		Acero de aleación	ASTM: A-193-B-7
	Tuercas	todas		Acero al carbón	ASTM: A-194-2H
	Empaques	todos		Asbesto blanco comprimido con nitrilo 1/16" esp.	Garlock 8748 o algún otro equivalente.

APLICACION:

Temperatura = °F	-30	-100	200	300	400	500	600	650	700	750	800
Presión = #	285		250	230	200	170	140	120	110	95	80

Tolerancia por corrosión = 0.05 "  
Sin relevado de esfuerzos

Rango de Bridas: 150# R.F.  
Servicio: NH<sub>3</sub>, AES, AER, GNC, ACI, ASE, ADS, ADL, AIN, VPB, CVB.

ESPECIFICACION DE TUBERIAS . . . . . "AB"

CONCEPTO		Diámetro (in)	Cédula o rango	DESCRIPCION	ESPECIFICACION
TUBERIAS	Extremos Planos	1/2 a 3/4 1 a 1 1/2	40s 10s	Acero Inoxidable con costura	ASTM: A-312-tp-304  ASTM: A-358 GR 314 CL2  ASTM: A-312-TP-304
	Extremos Biselados	2 a 4	10s		
		6 a 10	5s		
		12 a 16	5s		
Niple Roscado	1/2 a 1 1 1/2	40s 40s			
CONEXIONES	Inserto Soldable	1/2 a 1 1/2 1/2 a 1 1/2	3000# de tub.	Ac. Inox. Forjado Tca. unión asto. integral.	ASTM: A-182 GR F304
	Soldable a Tope	2 a 24	de la tubería	Ac. Inoxidable con costura.	ASTM: A-403 GR WP 304
	Stub End	1 a 24	de tub.	Ac. Inox. sin cos.	
BRIDAS	Ins. Sold. pta. orif.	1/2 a 3/4 2 a 24	150#RF 300#RF	Ac. Inox. forjado. Céd. igual a tub.	ASTM: A-182 F 304
	Ciega	1/2 a 4 6 a 24	150#RF 150#RF	Ac. Inoxid. 316	ASTM: A-105
	Traslape	1 a 10 12 a 24	150#LJ 150#LJ	Ac. al carbón	
VALVULAS	Compuerta	1/2 a 10 12 a 24	150#RF 150#RF	Acero Carbama- matado especial para amoniaco.	
	Globo	1/2 a 1 1 1/2 a 4	150#RF 150#RF		
	Check	1/2 a 10 12 a 16 18 a 24	150#RF 150#RF 150#RF		
	Macho	1/2 a 3/4 1/2 a 12	150#Rosc. 150#RF		

ESPECIFICACION DE TUBERIAS . . . . . "AB"

CONCEPTO		Diámetro (in)	Cédula o rango	DESCRIPCION	ESPECIFICACION
V A R I O S	Espárragos	todos		Acero de aleación	ASTM:A-193 GR B
	Tuercas	todas		Acero al carbón	ASTM:A-194 GR 2H
	Empaques	todos		Asbesto blanco comprimido con nitrilo espesor 1/16"	Garlock 8748 o equivalente.

APLICACIONES:

Temperatura =	°F	-20	-100	200	300	400	500	600	650	700	750	800
Presión =	#	275		235	205	180	170	140	125	110	95	85

Tolerancia por corrosión = 0.0"  
Sin relevado de esfuerzos

Rango de Bridas = 150 (LJ)RF  
Servicio: NH<sub>3</sub>

ESPECIFICACION DE TUBERIAS . . . . . " "

CONCEPTO	Diámetro (in)	Cédula o rango	DESCRIPCION	ESPECIFICACION	
TUBERIA	Extremos Planos	1/2 a 1 1 1/2	80 40	Acero al carbón con costura	ASTM:A-53-B
	Extremos Biselados	2 4 a 16 18 a 24	40 40 calcular		
	Niple Roscado	1/2 a 1 1 a 1 1/2	80 80		
CONEXIONES	Inserto Soldable	1/2 a 1 1/2 1/2 a 1 1/2	3000 # 3000 #	Ac.al C.Forjado Tca. unión asientos.	ASTM:A-105
	Soldable a Tope	2 a 24	de la tubería	Acero al carbón sin costura.	ASTM:A-234 GR WPB
BRIDAS	Ins. Sold.	1/2 a 1 1/2	300#RF	Ac.al C.forjado.	ASTM:A-105
	Ciega	1/2 a 24	300#RF	Céd.igual a tub.	
	Porta Orificio W.N.	2 a 24	300#RF		
	Cuello soldable(W.N.)	2 a 12 16 a 24	300#RF 300#RF		
VALVULAS	Compuerta	1/2 a 3/4 1/2 a 24	600#Rosc. 300#RF	Acero al Carbon	Para amoniaco usar válvulas especiales de acero carbamato.
	Globo	1/2 a 3/4 1/2 a 4	600#Rosc. 300#RF		
	Check	1/2 a 3/4 1 a 12 14 a 24	600#Rosc. 300#RF 300#RF		
	Macho	1/2 a 3/4 3/4 a 12	300#Rosc. 300#RF		

ESPECIFICACION DE TUBERIAS . . . . . "BA"

CONCEPTO		Diámetro (in)	Cédula o rango	DESCRIPCION	ESPECIFICACION
VARIOS	Espárragos	todos		Acero de aleación	ASTM: A-193 GR B7
	Tuercas	todas		Acero al carbón	ASTM: A-194 GR 2H
	Empaques	todos		Asbesto blanco comprimido con nitrilo espesor 1/16"	Garlock 8748 o equivalente.

APLICACIONES:

Temperatura = °F	-20	-100	200	300	400	500	600	650	700	750	800
Presión = #	599		599	599	599	500	415	385	355	330	317

Tolerancia por corrosión = 0.05"  
Sin relevado de esfuerzos

Rango de Bridas = 300#RF  
Servicio: NH3,GIN



### **d.3. - ESTUDIOS DE FLEXIBILIDAD**

#### **A. - GENERALIDADES**

##### **A.1. - Tipo de esfuerzos.**

Fundamentalmente, el análisis de esfuerzos que se hace en todos los sistemas de tuberías es originado por los cambios de temperatura. Ordinariamente hay tres condiciones que causan los esfuerzos en la tubería.

Estas son:

- 1) El esfuerzo causado por la presión interna o externa que actúa en la pared del tubo.
- 2) Los esfuerzos remanentes del tubo, después de su fabricación o erección.
- 3) Los esfuerzos causados por los cambios de temperatura producidos por el fluido que está circulando, o por cambios en las condiciones exteriores.

Para seleccionar un diseño seguro que resista la primera de las condiciones, deberá especificarse el tubo adecuado y espesor del mismo. La segunda condición puede eliminarse por relevo de esfuerzos y fabricación apropiada. La tercera condición es más intangible ya que aun cuando puede ser anticipada, no puede evaluarse en forma precisa mediante una simple suposición.

##### **A.2. - Métodos para relevo de esfuerzos por expansión.**

Deben procurarse algunos medios para eliminar, o bien reducir los esfuerzos transmitidos por las tuberías al equipo y que son originados por los cambios de temperatura. El sistema de tuberías debe ser flexible, de tal modo que en el mismo pueda relevarse una gran parte de los esfuerzos. Esto se consigue con una disposición flexible en la colocación de los tubos o con el uso de juntas de expansión.

### A.2.1. - Flexibilidad de acuerdo al trazado de la tubería.

Los tubos raramente se conectan en línea directa desde un punto fijo a otro fijo. El sistema se vuelve más flexible cada vez que un tubo cambia de dirección, ya que se tiene libertad de movimiento en el punto donde se efectúa el cambio. Más que confiarse, es conveniente planear el trazo de la tubería teniendo en mente el problema de la expansión. La flexibilidad se mejora al presentarse cambios de dirección en más de un plano.

### A.2.2. - Juntas de Expansión.

Una junta de expansión instalada en tubo recto o en un tubo con ambos extremos firmemente anclados, absorberá los esfuerzos desarrollados por la expansión. La junta conecta a dos secciones del tubo, igual que un acobamiento, pero permite libertad de movimiento. Las juntas de expansión fabricadas no son muy utilizadas en las tuberías de las plantas de proceso. Se utilizan en aquellas aplicaciones en que el tamaño de los tubos o las limitaciones del espacio no se presten a cambios de configuración, o bien que éstas resulten muy costosas.

### A.3. - Metodología de Cálculo.

#### A.3.1. - Formas Elementales.

Cuando un sistema de tuberías se expande (o contrae) bajo la influencia de un cambio en la temperatura del fluido contenido o en la atmósfera que la rodea, cada tramo del sistema incrementa (o decrecienta) su longitud. Si solamente un punto de la línea fuese fijado, los tramos a un lado y otro del punto fijo, crecerían en dirección opuesta con completa libertad sin esfuerzos de tensión sobre el mismo. Los sistemas de tuberías tienen restringido casi siempre el movimiento en sus dos o más puntos terminales por anclas o el equipo mismo, y a menudo su movimiento está parcialmente restringido en puntos intermedios por guías o soportes introducidos para controlar este movimiento. Estas restricciones desarrollan resistencia a la expansión y si no están localizadas adecuadamente, pueden deformar la tubería en puntos lejanos al soporte.

Un análisis exacto de los esfuerzos desarrollados sería

molesto y consumiría mucho tiempo, así que los investigadores se han avocado a simplificaciones prácticas aunque menos exactas. La más usual es considerar ciertas formas elementales y considerar esquinas cuadradas en lugar de miembros curvados y corregir estos resultados mediante factores.

Podremos aplicar el método teniendo las condiciones siguientes:

- 1.- Configuraciones "Z", "L" y dobleces en "u" con los puntos terminales fijos / sin extremos deslizables.
- 2.- "Loops" de expansión simétrica, fijados o quiados, los cuales necesitan ser simétricos solamente con respecto a las restricciones más cercanas a los extremos del Loop, no siendo necesariamente iguales las longitudes rectas a los lados de las guías.

El método está basado en la siguiente fórmula que provee una evaluación cercana a la realidad y usualmente conservadoras (-15% a < 50%) del esfuerzo de expansión:

$$SE = \frac{F_e F_s}{F_1} \cdot \frac{u'}{u} \leq SA$$

Que puede ser calculado usando la forma indicada en el anexo "A".

SA = Esfuerzo de expansión permisible (PSI); ver tabla 5 del anexo "B" con valores calculados como la suma de 1.25 el esfuerzo a la expansión en frío y 1/4 el esfuerzo a la expansión en caliente según código ANSI.

SE = Esfuerzo de expansión calculado.

F<sub>e</sub> = Factor de expansión (PSI), calculado de la tabla 5 del anexo "B" como la diferencia de los valores F<sub>eb</sub> y F<sub>ec</sub> (a temperaturas máxima caliente y mínima fría); estos valores son producto del módulo de elasticidad a temperatura ambiente y la expansión unitaria del material de la tubería entre 70 °F y la temperatura máxima del metal.

F = Diámetro efectivo de línea (ft/in); calculado como la relación de L / D<sub>r</sub> donde:

- $L$  = Longitud de la línea ( $L_s + mL_r$ ).
- $L_s$  = Longitud desarrollada de un sistema de esquinas cuadradas (ft) esto es, la longitud de los ejes de líneas de un sistema subsistuto donde los lados son reemplazados por sus tangentes.
- $L_r$  = Longitud en exceso efectiva (ft); ver tabla 1 del anexo "B" de valores aplicables a codos de radio largo.
- $m$  = Número efectivo de codos para los "Loops" de expansión; leído de la figura 2 del anexo "B" (el número de loops existente es usado para las demás formas).
- $D_r$  = Diámetro efectivo de codo (in). Ver tabla 1 del anexo "B" para valores de codos de radio largo.
- $f_m$  = Factor de forma (ft/in); un factor que toma en cuenta la configuración y las dimensiones de los ejes de líneas de un sistema de esquinas cuadradas, se obtiene de las figuras 2, 3 ó 4 de acuerdo con la configuración dada:

FIGURA 3

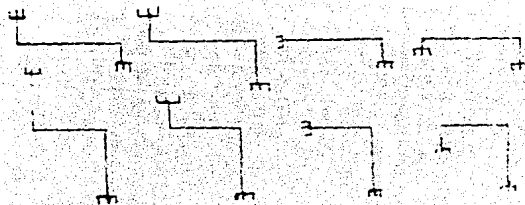
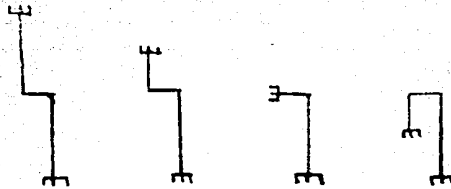
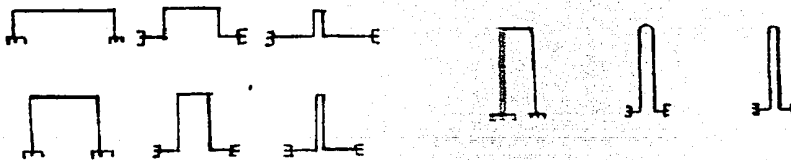


FIGURA 4



Loops de expansión (Figura 2).



$u'$  = Distancia entre anclados (ft).

$u$  = Distancia entre anclas para Loops fijos: entre guías, o entre guía y el ancla más cercana al loop, para aquellos guiados (ft).

### A.3.2. - Formas complejas:

Para solucionar problemas de formas más complejas, se tienen dos alternativas. Uno es mediante un método largo, difícil de entender y tedioso, y otro que prácticamente es el más aceptado, de subdividir la línea con anclados reales o hipotéticos en varias unidades elementales, en un solo plano, de tal manera que pueda ser analizado por el método descrito en A.3.1.

Si el análisis arroja que cada unidad muestra esfuerzos iguales o menores al permisible, la línea entera será adecuadamente flexible ya sea que se instale o no, el ancla, en el lugar supuesto.

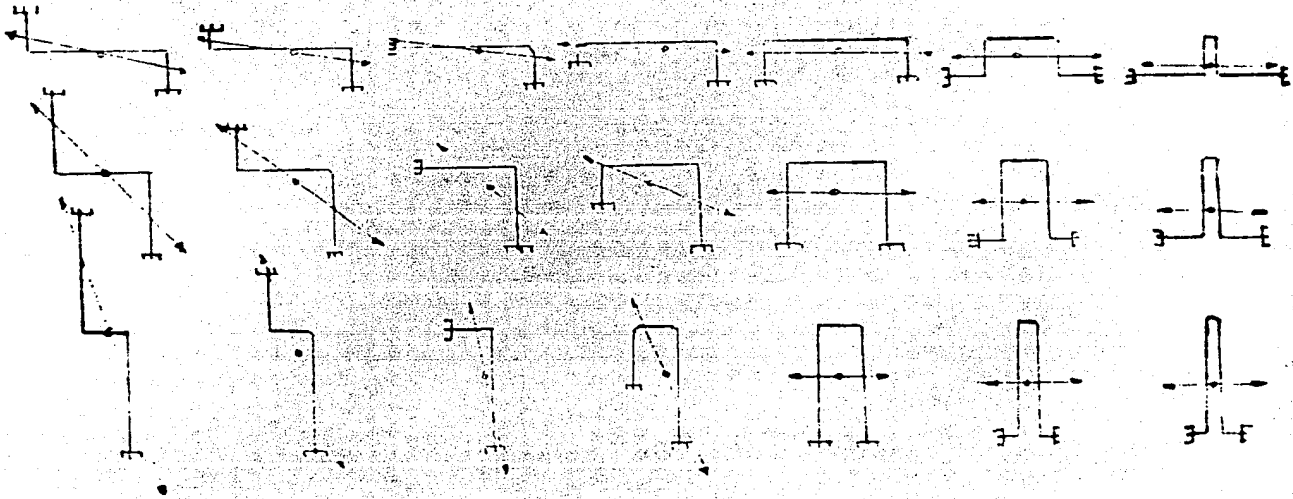
### A.3.3. - Fuerzas y momentos en anclados.

Para una completa descripción de las reacciones en cualquier punto terminal de un sistema sencillo de tuberías, deben considerarse tres conceptos:

El momento terminal y los componentes de fuerza en las dos direcciones, o en determinado caso, la fuerza resultante y la distancia de su línea de acción al anclado. El momento máximo,  $M_{\text{máx}}$  (in-lb), en cualquier punto, en cualquiera de los sistemas mencionados en A.3.1., puede ser calculado como sigue:

$$M_{\text{máx}} = S_e Z D/Dr$$

Donde  $Z$  ( $m^3$ ) es el módulo de sección de la línea. Cuando se requiere un estimado más exacto, es necesario calcular o estimar la localización de la llamada línea de ejes neutrales o línea de acometida. Las siguientes figuras dan la localización de esta línea como guía.



Una vez que se localiza la línea de ejes neutrales, la fuerza resultante es evaluada mediante la fórmula:

$$F = M_{\text{máx}} / (12 Q_{\text{máx}})$$

Donde  $Q_{\text{máx}}$  (ft) es la distancia de la línea de comitada al punto más lejano en los ejes de la tubería.

Como resultado, la fuerza resultante y su línea de acción son conocidas. El momento  $M_n$  (in. lb) en cualquier otro punto del sistema (y consecuentemente también en los puntos de anclaje) pueden calcularse rápidamente con:

$$M_n = 12 F Q_m$$

Donde  $Q_m$  (ft) designa la distancia de la línea al punto en consideración.

## ANEXO "A"

### PROCEDIMIENTO PARA EL USO DE LA FIGURA ADJUNTA:

- 1.- Seleccionar la columna apropiada para la forma dada del sistema.
- 2.- Colocar los datos en la sección derecha de cada columna.
- 3.- Calcular los esfuerzos de acuerdo con:
  - 3a.- De la Tabla 1 Anexo "B" leer factores de codos.
  - 3b.- Emplear figuras 1, 3 ó 4 del Anexo "B" con las relaciones específicas de dimensiones axiales para obtener el factor de forma.
  - 3c.- Llevar a cabo las operaciones especificadas para obtener la longitud efectiva del diámetro  $F_1$ .
  - 3d.- De la columna respectiva en la Tabla 5 del Anexo B, aplicar para un material dados a la máxima temperatura caliente, leer  $S_a$ ; a la máxima temperatura caliente y mínima fría leer los valores de  $F_{eh}$  y  $F_{ec}$  y calcular  $F_e$  como su diferencia.
  - 3e.- Calcular  $S_e$ .
- 4.- Comparar los valores de  $S_a$  y  $S_e$ .



Tamaño nom. tub.			Tamaño nom. tub.			Tamaño nom. tub.			-
Tab	Diam. Codo	Dr=	Tab	Diam. Codo	Dr=	Tab	Diam. Codo	Dr=	in
1	Long. Codo	Lr=	1	Long. Codo	Lr=	1	Long. Codo	Lr=	Ft
Esp. entre anclaje			Esp. Restringente			Esp. entre anclaje			Ft
u' = u			u' = u			u' = u			Ft
Altura del Loop			Altura del Loop			Altura del Loop			Ft
H =			H =			H =			Ft
Ancho del Loop			Ancho del Loop			Ancho del Loop			Ft
W =			W =			W =			Ft
Ent. Abcisa			Ent. Abcisa			Ent. Abcisa			-
h/H = 0			h/W =			h/W =			-
Leer de curva			Leer de curva			Leer de curva			-
H/W =			H/W =			H/W =			-
Obtener			Obtener			Obtener			ft
Fs =			Fs =			Fs =			in
- (m=1) -			- (m=2) -			- (m=2) -			-
Long. Codos Rectos			Long. Codos Rectos			Long. Codos Rectos			ft
Ls =			Ls =			Ls =			ft
Sum. de Long. Codo			Sum. de Long. Codo			Sum. de Long. Codo			ft
Lr =			2Lr =			mLr =			ft
Long. Total			Long. Total			Long. Total			ft
Ls + Lr =			Ls + 2Lr =			Ls + mLr =			ft
L =			L =			L =			ft
Long. Diam. Dr =			Long. Diam. Dr =			Long. Diam. Dr =			m
F1 =			F1 =			F1 =			m
Mat. de Tubería			Mat. de Tubería			Mat. de Tubería			
Servicio			Servicio			Servicio			
Temp. Caliente			Temp. Caliente			Temp. Caliente			°F
Th =			Th =			Th =			°F
Temp. Fria			Temp. Fria			Temp. Fria			°F
Tc =			Tc =			Tc =			°F
A Th			A Th			A Th			PSI
SA =			SA =			SA =			PSI
A Th			A Th			A Th			PSI
Feh =			Feh =			Feh =			PSI
A Tc			A Tc			A Tc			PSI
Fec =			Fec =			Fec =			PSI
Factor Expansión			Factor expansión			Factor expansión			PSI
Feh-Fec =			Feh-Fec =			Feh-Fec =			PSI
Fe =			Fe =			Fe =			PSI
Esfuerzo calculado			Esfuerzo calculado			Esfuerzo calculado			PSI
FcFs =			FcFs =			FcFs =			PSI
Se =			Se =			Se =			PSI

FORMA PARA CALCULOS DE FLEXIBILIDAD DE TUBERIAS

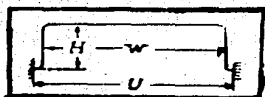
ANEXO "B"  
=====

DIAMETRO EFECTIVO Dr y LONGITUD Lr PARA CODOS DE RADIO LARGO

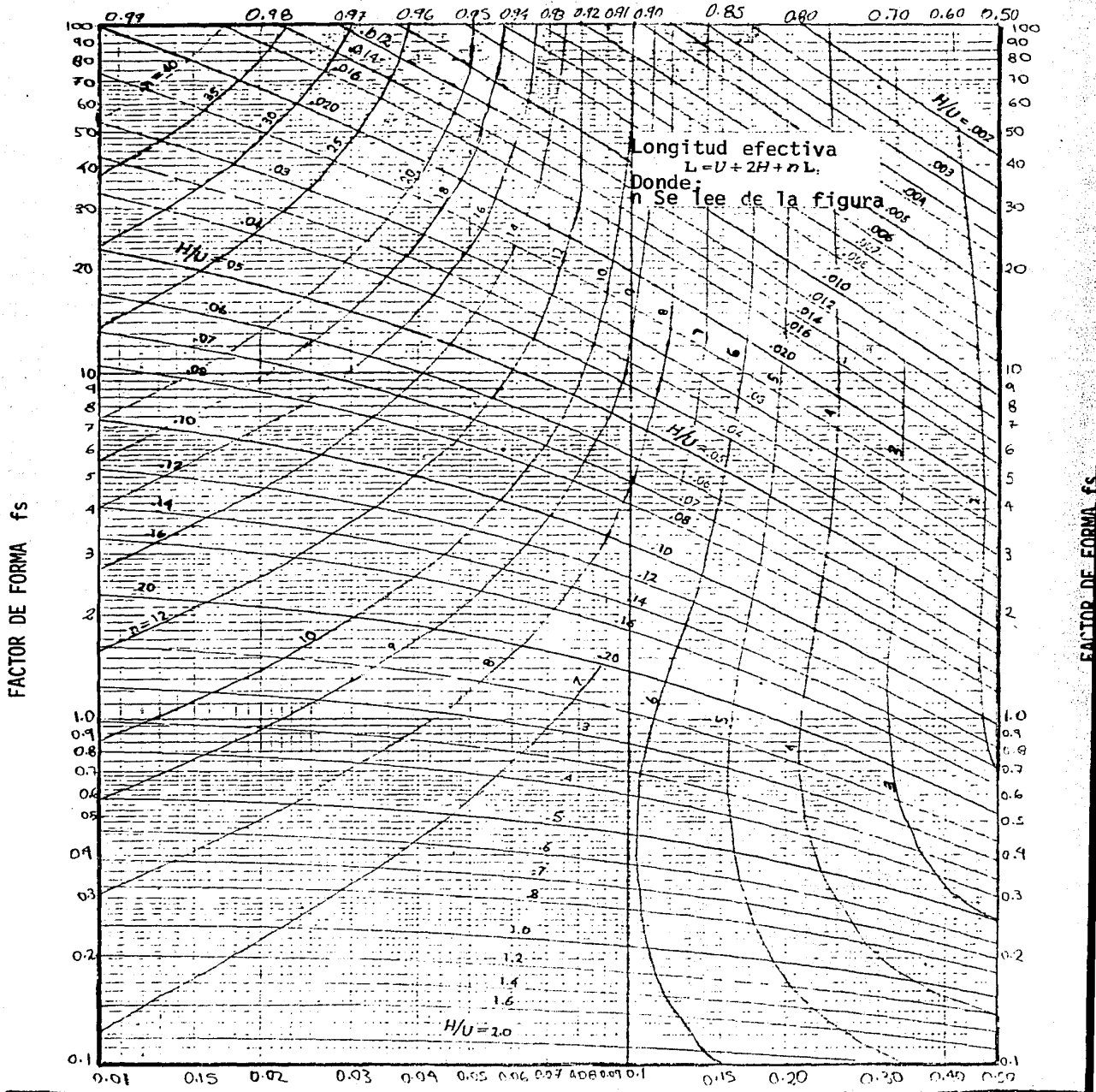
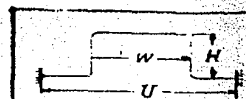
TABLA 1:

TAMA- NO NOM.	CEDULA	ESPE- SOR	FACTOR DE CODOS *		TAMA- NO NOM.	CEDULA	ESPE- SOR	FACTOR DE CODOS *		TAMA- NO NOM.	CEDULA	ESPE- SOR	FACTOR DE CODOS *	
			Dr(in)	Lr(in)				Dr(in)	Lr(in)				Dr(in)	Lr(in)
6"	5S	0.065	2.99	1.6	6"	5S	0.109	29.19	29.8	6"	10	0.250	69.3	78.0
	10S	0.109	2.01	0.7		10S	0.134	28.31	23.5		20	0.312	59.6	58.4
	40=ST=40S	0.132	1.72	0.5		40=ST=40S	0.280	15.04	5.5		30=ST	0.375	51.5	47.4
	80=XS=80S	0.179	1.34	0.2		80=XS=80S	0.432	10.87	4.9		40=XS	0.500	42.2	33.0
	160	0.250	1.22	0		120	0.552	8.85	3.0		60	0.656	34.7	23.9
	XX	0.355	1.32	-0.1	160	0.718	7.25	1.5	80	0.843	28.8	18.7		
						XX	0.864	6.63	0.6	100	1.031	24.8	11.5	
										120	1.218	21.9	8.6	
										140	1.436	19.2	5.7	
										160	1.593	17.6	4.4	
8"	5S	0.065	4.50	2.7	8"	5S	0.109	44.76	51.6	8"	10	0.250	83.3	97.0
	10S	0.109	3.07	1.3		10S	0.148	36.31	36.9		20	0.312	71.6	75.4
	40=ST=40S	0.140	2.52	0.9		20	0.250	25.19	20.0		30=ST	0.375	63.0	64.4
	80=XS=80S	0.191	1.95	0.4		30	0.277	23.46	17.6		40=XS	0.438	56.7	51.0
	160	0.250	1.69	0.2		40=ST=40S	0.322	21.35	14.5		60	0.500	51.5	43.9
	XX	0.382	1.65	-0.1	60	0.452	17.77	10.9	80	0.562	47.5	37.5		
						XX	0.500	15.27	7.7	100	0.656	39.8	28.5	
										120	0.737	32.8	18.9	
										140	0.837	28.1	13.7	
										160	0.937	25.0	9.4	
10"	5S	0.065	5.45	3.7	10"	5S	0.134	58.23	65.3	10"	10	0.250	99.5	121.6
	10S	0.109	3.76	1.8		10S	0.165	48.81	52.1		20=ST	0.375	75.4	76.6
	40=ST=40S	0.145	3.04	1.2		20	0.250	36.55	32.3		30=XS	0.500	61.6	55.0
	80=XS=80S	0.200	2.34	0.6		30	0.307	31.71	25.3		40	0.556	54.6	44.4
	160	0.281	1.90	0.2		40=ST=40S	0.365	27.95	20.4		60	0.612	45.6	29.4
	XX	0.400	1.93	-0.1	60=XS=80S	0.500	22.33	13.3	80	0.675	36.6	20.6		
						XX	0.552	19.27	10.3	100	0.750	31.8	14.6	
										120	0.837	27.6	10.6	
										140	0.937	24.4	7.3	
										160	1.031	22.0	5.0	
12"	5S	0.065	7.70	6.0	12"	5S	0.134	68.84	79.1	12"	10	0.250	135.4	166.5
	10S	0.109	5.22	3.1		10S	0.165	59.81	67.6		20=ST	0.375	102.5	113.5
	40=ST=40S	0.154	4.11	1.6		20	0.250	46.45	46.7		30=XS	0.500	84.0	81.8
	80=XS=80S	0.218	3.14	1.0		30	0.330	39.91	33.7		40	0.562	77.5	71.0
	160	0.343	2.35	0.2		40=ST=40S	0.367	34.55	26.2		60	0.656	67.2	55.7
	XX	0.458	2.38	-0.1	60=XS=80S	0.500	29.71	20.0	80	0.750	54.0	38.6		
						XX	0.552	26.55	12.7	100	0.837	44.4	27.0	
										120	0.937	38.2	17.6	
										140	1.031	33.5	12.9	
										160	1.125	29.8	9.6	
14"	5S	0.065	10.40	10.4	14"	5S	0.155	82.84	95.1	14"	10	0.250	169.5	231.1
	10S	0.120	8.55	6.7		10S	0.185	70.81	81.6		20=ST	0.375	149.4	181.1
	40=ST=40S	0.216	6.23	2.9		20	0.250	58.45	46.7		30=XS	0.500	122.7	131.0
	80=XS=80S	0.300	4.83	1.6		30	0.330	46.45	33.7		40	0.625	105.0	101.7
	160	0.438	3.54	0.6		40=ST=40S	0.375	36.47	28.9		60	0.750	84.0	61.8
	XX	0.600	3.50	0	60=XS=80S	0.500	34.55	26.2	80	0.837	77.5	55.7		
						XX	0.552	31.71	20.4	100	0.937	67.2	44.4	
										120	1.031	54.0	38.6	
										140	1.125	44.4	27.0	
										160	1.250	38.2	17.6	
16"	5S	0.065	13.36	13.6	16"	5S	0.155	96.84	111.1	16"	10	0.250	199.5	266.5
	10S	0.120	11.84	9.0		10S	0.185	82.81	95.1		20=ST	0.375	179.4	211.1
	40=ST=40S	0.216	8.55	6.7		20	0.250	68.45	66.7		30=XS	0.500	152.7	161.0
	80=XS=80S	0.300	6.23	2.9		30	0.330	56.45	46.7		40	0.625	131.0	128.7
	160	0.438	4.83	1.6		40=ST=40S	0.375	46.47	28.9		60	0.750	111.0	101.7
	XX	0.600	3.50	0	60=XS=80S	0.500	34.55	26.2	80	0.837	97.5	71.0		
						XX	0.552	31.71	20.4	100	0.937	87.2	65.7	
										120	1.031	74.0	55.7	
										140	1.125	64.4	44.4	
										160	1.250	54.0	38.6	
18"	5S	0.065	17.36	17.6	18"	5S	0.155	112.84	129.1	18"	10	0.250	239.5	316.5
	10S	0.120	15.84	13.6		10S	0.185	98.81	111.1		20=ST	0.375	219.4	261.1
	40=ST=40S	0.216	11.84	9.0		20	0.250	82.45	86.7		30=XS	0.500	192.7	201.0
	80=XS=80S	0.276	8.55	6.7		30	0.330	70.45	76.7		40	0.625	171.0	178.7
	160	0.375	6.23	2.9		40=ST=40S	0.375	60.47	48.9		60	0.750	151.0	141.7
	XX	0.552	4.83	1.6	60=XS=80S	0.500	46.45	33.7	80	0.837	131.0	128.7		
						XX	0.552	43.71	20.4	100	0.937	111.0	101.7	
										120	1.031	97.5	81.0	
										140	1.125	87.2	71.0	
										160	1.250	74.0	61.8	
20"	5S	0.065	21.36	21.6	20"	5S	0.155	132.84	151.1	20"	10	0.250	279.5	366.5
	10S	0.120	19.84	19.6		10S	0.185	118.81	131.1		20=ST	0.375	259.4	311.1
	40=ST=40S	0.216	15.84	13.6		20	0.250	98.45	106.7		30=XS	0.500	232.7	241.0
	80=XS=80S	0.276	11.84	9.0		30	0.330	86.45	96.7		40	0.625	211.0	208.7
	160	0.375	8.55	6.7		40=ST=40S	0.375	76.47	68.9		60	0.750	191.0	181.7
	XX	0.552	6.23	2.9	60=XS=80S	0.500	60.45	46.7	80	0.837	171.0	168.7		
						XX	0.552	57.71	20.4	100	0.937	151.0	148.7	
										120	1.031	131.0	128.7	
										140	1.125	111.0	108.7	
										160	1.250	97.5	91.0	
24"	5S	0.065	25.36	25.6	24"	5S	0.155	152.84	171.1	24"	10	0.250	319.5	416.5
	10S	0.120	23.84	23.6		10S	0.185	138.81	151.1		20=ST	0.375	299.4	361.1
	40=ST=40S	0.216	19.84	19.6		20	0.250	118.45	126.7		30=XS	0.500	272.7	281.0
	80=XS=80S	0.276	15.84	13.6		30	0.330	106.45	116.7		40	0.625	251.0	248.7
	160	0.375	11.84	9.0		40=ST=40S	0.375	96.47	88.9		60	0.750	231.0	221.7
	XX	0.552	8.55	6.7	60=XS=80S	0.500	76.45	66.7	80	0.837	211.0	201.7		
						XX	0.552	73.71	20.4	100	0.937	191.0	181.7	
										120	1.031	171.0	168.7	
										140	1.125	151.0	148.7	
										160	1.250	131.0	128.7	
30"	5S	0.065	31.36	31.6	30"	5S	0.155	182.84	201.1	30"	10	0.250	399.5	516.5
	10S	0.120	29.84	29.6		10S	0.185	168.81	181.1		20=ST	0.375	379.4	461.1
	40=ST=40S	0.216	25.84	25.6		20	0.250	148.45	156.7		30=XS	0.500	352.7	361.0
	80=XS=80S	0.276	19.84	19.6		30	0.330	136.45	146.7		40	0.625	331.0	328.7
	160	0.375	15.84	13.6		40=ST=40S	0.375	126.47	118.9		60	0.750	311.0	301.7
	XX	0.552	11.84	9.0	60=XS=80S	0.500	106.45	96.7	80	0				

FIGURA 2: FACTOR DE FORMA PARA LOOPS DE EXPANSION

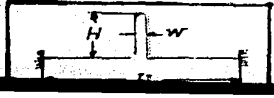


RELACION  $w/U$  (LOOPS ANCHOS)



FACTOR DE FORMA  $f_s$

FACTOR DE FORMA  $f_s$



RELACION  $w/U$  (LOOPS ESTRECHOS)

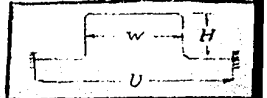


FIGURA 3: FACTOR DE FORMA PARA FIGURAS "Z", "L" y "U" CON  $H/w$  PEQUEÑA.

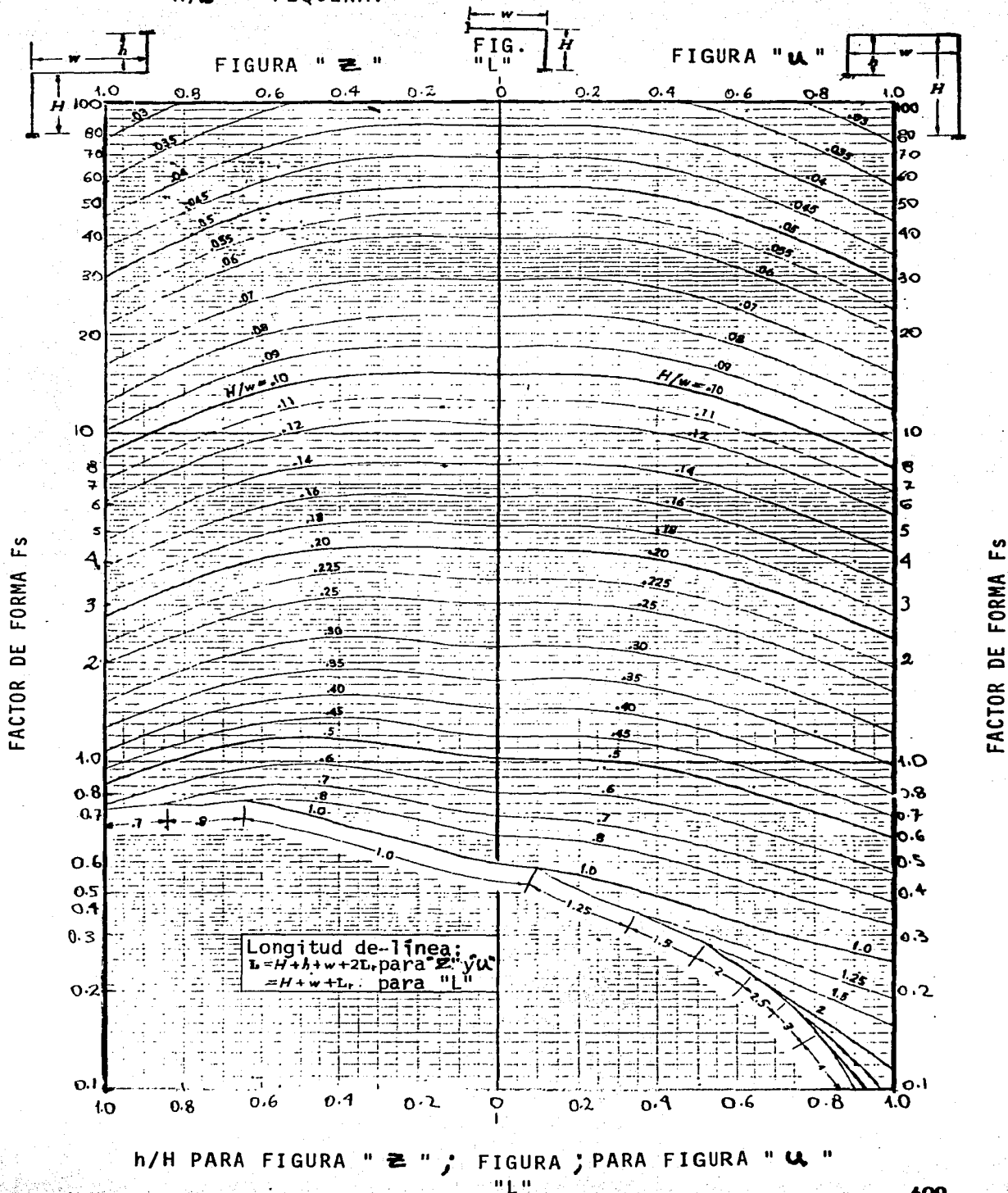
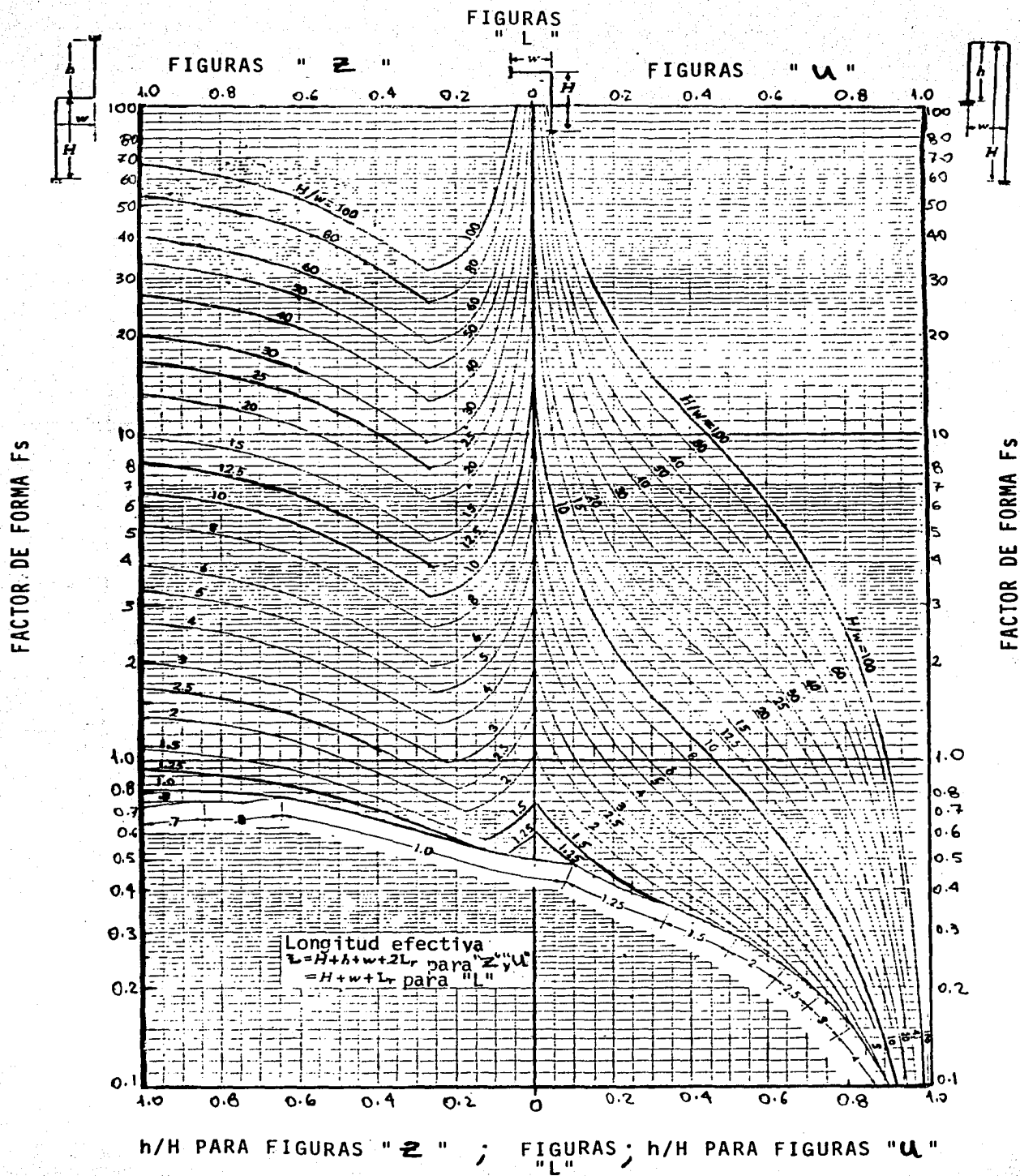


FIGURA 4: FACTOR DE FORMA PARA FIGURAS "Z", "L" y "U" CON H/W GRANDE.



BLA 5: FACTOR DE EXPANSION Y RANGO DE ESFUERZO PERMISIBLE.

ACERO AL CARBON					
TEMP. METAL (°F)	FACTOR EXPANSION (PSI) Fe	ESFUERZO PERMISIBLE SA (PSI)			
		GRADO A		GRADO B	
		POTENCIA	ACEITE	POTENCIA	ACEITE
20	14,000	18,000	24,000	22,500	30,000
30	11,000				
32	6,000				
70	0				
100	5,000		24,000		30,000
150	14,000		23,900		29,900
200	23,000		23,850		29,800
250	33,000		23,750		29,650
300	45,000		23,650		29,550
350	55,000		23,550		29,450
400	63,000		23,450		29,300
450	73,000		23,350		29,200
500	84,000		23,300		29,100
550	96,000		23,200		29,000
600	107,000		23,100		28,900
650	118,000	18,000	23,000	22,500	28,750
700	131,000	17,900	22,900	22,350	28,600
750	142,000	17,700	22,700	22,000	28,250
800	152,000	17,250	22,350	21,450	27,700
850	162,000	16,800	22,000	20,700	27,150
900	181,000	16,350	21,550	20,000	26,650
950	194,000		21,150		26,150
1000	207,000		20,650		25,650
1025	213,000		20,500		25,500
1050	220,000		20,400		25,400
1075	227,000		20,350		25,350
1100	233,000		20,250		25,250
1125	240,000				
1150	246,000				
1175	252,000				
1200	258,000				

CARBONO MOLIBDENO, (3%) CROMO MOLIB					
TEMP. METAL (°F)	FACTOR EXPANSION (PSI) Fe	ESFUERZO PERMISIBLE SA (PSI)			
		1/2%Cr, 1/2%Mo		Cromo moli 3%	
		POTENCIA	ACEITE	POTENCIA	ACEITE
20	15,000	20,650	27,550	22,500	28,150
30	12,000				
32	6,000				
70	0				
100	6,000		27,550		28,150
150	15,000		27,450		28,050
200	25,000		27,350		28,000
250	35,000		27,250		27,900
300	45,000		27,200		27,850
350	55,000		27,100		27,750
400	63,000		27,000		27,700
450	73,000		26,950		27,650
500	90,000		26,850		27,550
550	102,000		26,750		27,500
600	114,000		26,650		27,400
650	127,000		26,600		27,350
700	140,000		26,500		27,250
750	154,000	20,650	26,400		27,200
800	167,000	20,550	26,300	22,500	27,100
850	181,000	20,500	26,250	22,350	26,950
900	195,000	20,300	26,050	22,050	26,550
950	209,000	19,700	25,450	21,500	25,950
1000	222,000	18,750	24,500	20,700	25,000
1025	229,000		24,200	20,400	24,750
1050	236,000		23,950	20,150	24,500
1075	247,000		23,750	19,950	24,300
1100	250,000		23,550	19,750	24,150
1125	257,000			19,650	24,000
1150	263,000			19,500	23,900
1175	270,000				23,800
1200	277,000				23,750

NIQUEL NO ALEADO		
TEMP. METAL (°F)	FACTOR EXPANSION (PSI) Fe	SA (PSI)
		ACEITE
300	32,000	15,000
200	65,000	
100	38,000	
20	21,000	
0	15,000	
32	5,000	
70	0	
100	6,000	
150	21,000	
200	31,000	
250	50,000	
300	68,000	
350	82,000	
400	98,000	
450	114,000	
500	131,000	15,000

NIQUEL NO ALEADO		
TEMP. METAL (°F)	FACTOR EXPANSION (PSI) Fe	SA (PSI)
		ACEITE
300	62,000	25,200
200	47,000	
100	21,000	
20	18,000	
0	13,000	
32	8,000	
70	0	
100	6,000	25,800
150	16,000	25,700
200	26,000	25,600
250	36,000	25,500
300	47,000	25,400
350	56,000	25,300
400	70,000	25,200
450	81,000	25,100
500	93,000	25,150

ALUMINIO SOLDADO CON COSTURA					
TEMP. METAL (°F)	FACTOR EXPANSION (PSI)	ESFUERZO PERMISIBLE SA (PSI)			
		3003H112	5154H112	6061T6	6063T6
		POTENCIA Y ACEITE			
300	39,000	5,050	11,000	9,000	6,400
200	32,000				
100	22,000				
20	13,000				
0	10,000				
32	5,000				
70	0				
100	4,000	5,050		9,000	6,400
150	11,000	5,000		8,950	6,350
200	18,000	4,900	11,000	8,900	6,300
250	25,000	4,850	10,950	8,850	6,250
300	32,000	4,800	10,800	8,750	6,150
350	39,000	4,700		8,550	6,000
400	47,000	4,650		8,300	5,750
450	55,000				
500	63,000				

TABLA 5 (CONT): FACTOR DE EXPANSION Y RANGO DE ESFUERZO PERMISIBLE.

CROMO MOLIBDENO (5 a 9%) MEDIO			
TEMP. METAL (°F)	FACTOR EXPANSION Fe (PSI)	SA (PSI)	
		5,7 y 9% cromo	
		Potenc.	Acete
-20	-14.000	22.500	28.150
0	-11.000	↓	↓
32	-8.000	↓	↓
70	0	↓	↓
100	5.000	↓	↓
150	13.000	↓	28.000
200	21.000	↓	27.900
250	30.000	↓	27.800
300	39.000	↓	27.700
350	48.000	↓	27.600
400	57.000	22.500	27.500
450	67.000	22.450	27.350
500	77.000	22.400	27.250
550	87.000	22.300	27.150
600	97.000	22.250	27.050
650	107.000	22.200	26.950
700	117.000	22.100	26.850
750	128.000	22.050	26.700
800	139.000	21.950	26.550
850	150.000	21.850	26.300
900	161.000	21.500	25.800
950	173.000	21.000	25.200
1000	184.000	20.150	24.700
1025	190.000	19.900	24.550
1050	195.000	19.650	24.300
1075	201.000	19.500	24.200
1100	207.000	19.400	24.050
1125	212.000	19.300	24.000
1150	217.000	19.200	23.900
1175	223.000	19.150	23.800
1200	228.000	19.050	23.750

ACERO INOXIDABLE (18 Cr, 8Ni)			
TEMP. METAL (°F)	FACTOR EXPANSION Fe (PSI)	SA (PSI)	
		T-304, 316, 317, 321	
		Potenc.	Acete
20	22.000	28.150	28.150
0	16.000	↓	↓
32	11.000	↓	↓
70	0	↓	↓
100	5.000	↓	28.150
150	21.000	↓	27.950
200	35.000	28.150	27.600
250	48.000	27.900	27.400
300	60.000	27.700	27.200
350	72.000	27.500	27.000
400	87.000	27.400	26.850
450	101.000	27.300	26.700
500	114.000	27.250	26.550
550	128.000	27.200	26.450
600	142.000	27.150	26.350
650	157.000	27.150	26.250
700	171.000	27.150	26.150
750	186.000	27.100	26.050
800	201.000	27.100	25.950
850	216.000	27.000	25.850
900	231.000	26.950	25.800
950	247.000	26.900	25.700
1000	262.000	26.800	25.650
1025	270.000	26.750	25.600
1050	278.000	26.700	25.550
1075	285.000	26.250	25.450
1100	293.000	26.000	25.300
1125	301.000	25.700	25.100
1150	309.000	25.350	24.900
1175	318.000	25.000	24.700
1200	324.000	24.700	24.550

COBRE NO ALEADO			
TEMP. METAL (°F)	FACTOR EXPANSION Fe (PSI)	SA (PSI)	
		Potenc.	Acete
-300	-55.000	9.000	10.050
-200	-40.000	↓	↓
-100	-27.000	↓	↓
-20	-15.000	↓	↓
0	-12.000	↓	↓
32	-7.000	↓	↓
70	0	↓	↓
100	5.000	9.000	10.050
150	13.000	8.950	10.000
200	22.000	8.850	10.000
250	31.000	8.800	9.800
300	40.000	8.700	9.600
350	49.000	8.450	9.300
400	58.000	8.250	9.000
450	67.000	↓	↓
500	76.000	↓	↓

BRONCE ROJO			
TEMP. METAL (°F)	FACTOR EXPANSION Fe (PSI)	SA (PSI)	
		Potenc.	Acete
-300	-55.000	12.000	12.000
-200	-40.000	↓	↓
-100	-27.000	↓	↓
-20	-15.000	↓	↓
0	-10.000	↓	↓
32	-6.000	↓	↓
70	0	↓	↓
100	4.000	↓	↓
150	11.000	↓	↓
200	18.000	12.000	↓
250	25.000	11.850	↓
300	32.000	11.750	12.000
350	39.000	11.250	11.400
400	47.000	10.750	10.750
450	55.000	↓	10.500
500	63.000	↓	↓

HIERRO			
TEMP. METAL (°F)	FACTOR EXPANSION Fe (PSI)	SA (PSI)	
		Potenc.	Acete
-20	-15.000	15.000	↓
0	-15.000	↓	↓
32	-8.000	↓	↓
70	0	↓	↓
100	6.000	↓	↓
150	17.000	↓	↓
200	28.000	↓	↓
250	39.000	↓	↓
300	51.000	↓	↓
350	62.000	↓	↓
400	74.000	↓	↓
450	86.000	↓	↓
500	98.000	↓	↓
550	111.000	↓	↓
600	123.000	↓	↓
650	136.000	15.000	↓

#### **d.4. - CRITERIO DE DISEÑO DE PROTECCION CONTRA INCENDIO**

##### **A.- CODIGOS**

El diseño de los sistemas de Protección Incendio, deberá realizarse con estricto apego a los Reglamentos de la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (ASMI) y de los Fire Codes de la National Fire Protection Association (N.F.P.A.).

##### **B.- PROTECCION PREVENTIVA**

Este tipo de protección consistirá de:

###### **B.1. - Sistemas de Alarmas.**

**B.1.1. -Teléfono con extensiones a los cuartos de control y altoparlantes.**

###### **B.2. - Recubrimientos.**

Se recubrirán con retardantes para 2 Hrs de exposición a 1000 F:

- Soportería de camas de tuberías que no sean de concreto, hasta 3 mts de altura.
- Los soportes de recipientes con líquidos combustibles.

###### **B.3. - Precauciones:**

- El piso deberá tener una pendiente y drenaje tal que no haga necesario el uso de diques a partir del hecho de que el amoniaco es muy volátil.
- Se instalará una caseta para bomberos de 2400 mm. x 2040 mm. x 1100 mm. de concreto frente a la zona de descargaderas, con puerta de lámina, albergando el equipo contra incendio reclamatorio de acuerdo con el AMIS, pag. 28, para ser utilizado por las brigadas (2 llaves para coples de manguera, 4 palas, 4 picos, 4 impermeables, 4 cascos, 1 hacha y una manguera de 2 1/2" x 30 m).
- Equipo de primeros auxilios con mascarillas de oxígeno, manta y camillas.
- Disponer de regaderas y lavajos distribuidos por el área general de planta.



## **C. - PROTECCION COMBATIVA**

### **C.1. - Hidrantes.**

El radio de operación será de 50 m, con capacidad para 500GPM. Estos serán de fabricación de acuerdo con NFPA-14-1-6.1.2. Clase II y AMIS, pág. 20 con tubo alimentador de 6", dos válvulas de 2 1/2" roscadas, guardadas dentro de un gabinete de concreto en el que además se guardará una manguera de 2 1/2" x 30 m.

### **C.2. - Monitores.**

Estos serán tipo corazón de alce con boquilla de 3 pasos (chorro directo, lluvia y neblina) para 500 GPM, montados sobre un hidrante. Su radio de operación será de 30 m.

### **C.3. - Extintores.**

Se distribuirán estratégicamente extintores con polvo químico tipo ABC, 20 lbs. de capacidad. En lugares donde existan instrumentos sensibles, como cuarto de control, se usarán extintores de bióxido de carbono de 20 lbs. de capacidad (AMIS-PAG.17,28).

## **D. - SISTEMA PREVENTIVO DE ALARMAS**

D.1. - Las alarmas serán estaciones manuales supervisadas eléctricamente, que al ser operadas energizarán un sistema (cornetas exteriores) con suficiente intensidad para que sean audibles y se distingan como alarma de incendio (NFPA-71-2.1).

D.2. - En el tablero central de control del área de servicio, se indicarán por medio de cuadros luminosos las zonas de las que proviene una alarma.

En el mismo tablero se encuentra el interruptor para desenergizar las alarmas. La alarma de supervisión indicará la zona del desperfecto y energizará un zumbador y una luz amarilla en el tablero.

## **E. - RED DE DISTRIBUCION**

La red de distribución de agua contra incendio, será subterránea, de tubo de acero al carbón ASTM-A53 Gr. B. con costura (ERW), con recubrimiento anticorrosivo cinta Polykon y papel Kraftálico, con válvula seccionadora de poste indicador, conectada a la red contra incendio enterrada a una profundidad mínima de 75 cm. bajo NPT.

## **F. - BASE PARA CALCULOS.**

- F.1. - Se considerará un riesgo Clase II Grupo C (AMIS).
- F.2. - Se considerará una presión de 7.0 Kg/cm<sup>2</sup> G (100 PSIG). En la base de hidrantes y monitores así como una densidad de 0.25 GPM/ft<sup>2</sup>.
- F.3. - El volumen mínimo de agua alimentada a la red simultáneamente será de 1000 GPM.
- F.4. - Rango de velocidad para selección de tubería será 1.2 a 2.4 m/seg.
- F.5. - Caída de presión máxima 2 PSI/100i.

## **G. - PROTECCION CONSIDERADA PARA ESTE PROYECTO.**

- G.1. - Protección para superficie con hidrantes y monitores en áreas 100, 200, 300 y 400.
- G.2. - Protección de espacios cubiertos con extinguidores de bióxido de carbono y de exteriores con polvo químico A. B. C.
- G.3. - Protección con recubrimientos a la estructura de soporte de los equipos (no de concreto) hasta 3m. de altura.

## **d.5. - ESPECIFICACIONES GENERALES DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO**

### **d.5.1. - INTRODUCCION**

Para los trabajos de montaje de equipo, suministro de materiales y accesorios, pruebas y mano de obra para la instalación de un sistema de aire acondicionado y ventilación para un cuarto de control se suele subcontratar los servicios de una compañía especialista, bajo la supervisión del técnico de la Firma de Ingeniería o cliente.

### **d.5.2.- Sistemas:**

Normalmente los sistemas de aire acondicionado que pueden aplicarse son los siguientes:

#### **a) Sistema de ventilación de sanitarios:**

El objetivo de estos sistemas es ventilar estas áreas provocando un mínimo de 20 cambios/hora del aire en el sanitario.

La recirculación del local se realizará permitiendo la entrada de aire a través de rejillas de paso colocadas en las puertas de acceso. La extracción del aire se verificará por medio de ventiladores de propela para muro, los cuales tomarán el aire directamente del local y lo descargarán a la atmósfera.

#### **b) Sistema de ventilación mecánica (extracción) para el comedor, cuarto de control.**

El objetivo de la instalación de este sistema es el de ventilar el área de quemadores mediante un ventilador centrífugo ubicado en la azotea.

La extracción de humos y grasas se hará a través de una campana de lámina galvanizada con filtros tipo metálicos lavables que se conectarán mediante un ducto construido de lámina galvanizada, al ventilador el cual descargará el aire directamente a la atmósfera.

En el ducto de extracción se instalará una compuerta contra fuego, la cual cerrará sus hojas cuando un fusible indicador se funda a la temperatura de 71 C (160 F).

Las hojas abrirán completamente a 90 grados, cerrando al girarse otros 90 grados, por medio de un contrapeso, por su propio peso o con resortes.

El cierre se producirá al fundirse el fusible calibrado a la temperatura indicada.

Una vez cerradas, las hojas permanecerán perfectamente selladas y sin fugas de aire, mediante un seguro o dispositivo previsto.

La compuerta se instalará en un espacio libre en ambas direcciones donde no interfiera con ningún equipo. Las hojas no tocarán ningún material o equipo adyacente durante todo su recorrido, la compuerta y el marco de la misma, se instalarán sin producir ninguna torsión o giro al marco, para asegurar una operación adecuada de la compuerta.

#### c) Sistema de aire acondicionado.

El objetivo de la instalación es de mantener las siguientes condiciones interiores en los locales acondicionados:

Para Planta Baja (Cuarto de Control de Instrumentos); comedor y CCM (Planta Alta) temperatura de bulbo seco = 24 C (75 F).

Humedad relativa 50%

Presión negativa de 1/8" WG.

Los sistemas constarán básicamente de una unidad manejadora de aire tipo multizona para planta baja y Comedor (Planta Alta) y dos unidades copresoras-condensadoras enfriadas por agua, para la manejadora multizona. Las unidades manejadoras se ubicarán en la azotea y las unidades copresoras condensadoras se ubicarán a la intemperie también en la azotea.

La distribución de aire en los locales acondicionados se hará por medio de ductos, rejillas y difusores, y la recirculación del aire se hará por medio de rejillas de retorno utilizando el plafón como cámara plena.

La reposición de aire exterior por efectos de depresurización de los locales, se llevará a cabo a través de filtros de carbón activado y como prefiltros se usarán filtros metálicos lavables.

La temperatura del local acondicionado será controlada por un termostato localizado en el cuarto de control.

La humedad relativa será controlada por un humidistato localizado en el cuarto de control.

**●). - INGENIERIA ELECTRICA**

**Ocúpate de los médicos,  
y el fin se ocupará de  
sí mismo.**

**M. Gandhi.**

## CRITERIO GENERAL DE DISEÑO ELECTRICO

### a. - GENERAL

#### a.1. - Objetivo

Este criterio general cubre las bases de la Ingeniería de Diseño del Sistema Eléctrico, que incluye: Los sistemas de fuerza, control, alumbrado, red de tierras (conexión a tierra), pararrayos, conexión de instrumentos y comunicación.

#### a.2. - Códigos y Estándares

El diseño, instalación, equipo y materiales se harán de acuerdo a los requerimientos aplicables de las últimas ediciones de los siguientes códigos y estándares:

- I) Reglamento de obras e instalaciones eléctricas. (ROIE D.F.)
- II) Dirección General de Normas. (SEPAFIN).
- III) National Electrical Code (NEC)
- IV) National Electrical Safety Code (NESC)
- V) National Electrical Manufacturers Association (NEMA)
- VI) American National Standard Institute (ANSI)
- VII) Insulated Power Cable Engineer Association (IPCEA)
- VIII) Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
- IX) Lightning Protection Code (NFPA)

#### a.3. - Material:

- Todo el material y equipo requerido en el proyecto deberá ser nuevo de alta calidad y cumplir en su elaboración con los códigos y estándares aplicables indicados en el inciso anterior.
- Deberá procurarse que todos los equipos similares posean elementos y refacciones intercambiables y sean de la misma marca.

#### a.4.- Trámites Gubernamentales:

A nombre y por cuenta del cliente, la Firma de Ingeniería deberá obtener la aprobación de los planos elaborados, por la Subdirección General de Electricidad de Sepafin.

#### a.5.- Dibujos:

- Los dibujos se elaboran en base a estas especificaciones y a la información proporcionada por el cliente, proveedor y otros departamentos así como las condiciones marcadas en las bases de diseño del proyecto.
- La representación de motores, lámparas, contactos, rutas de conduit, etc. será esquemática y por lo tanto, no es exacta su localización, a menos que se acoten o se indiquen coordenadas.

Las acotaciones se harán en sistema métrico decimal y las redacciones necesarias en español.

- Todo plano debe contener croquis de localización del área en cuestión de preferencia encima del cuadro destinado a aprobación de la Subdirección General de Electricidad para Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, para facilidad de localización.

#### b. - CLASIFICACION DE AREAS

Para el propósito de selección del tipo de equipo y materiales, así como realizar un diseño adecuado, se deberá hacer un estudio de "Clasificación de Areas" de acuerdo con el Código Nacional Eléctrico (NEC), que es lo indicado en el anexo B.

## c. - VOLTAJES

c.1.- La distribución de voltaje es como sigue:

- 1.- Para contactos trifásicos y primarios de transformadores de alumbrado ----- 480 Volts., 3 fases
- 2.- Motores de 3/4 a 200 H.P. ----- 480 Volts., 3 fases
- 3.- Motores de 250 H.P. ó más ----- 4,160 Volts., 3 fases
- 4.- Motores de Potencia fraccionaria menores de 3/4 H.P. ----- 115/230 Volts., 1 fase
- 5.- Secundarios de transformadores para alumbrado y receptáculos monofásicos -- 127/220 Volts., 3 fases  
4 hilos
- 6.- Iluminación: Alumbrado de calles ----- 480 Volts  
Proceso y oficinas ----- 220 ó 127 Volts.
- 7.- Alimentación e instrumentos ----- 120 V.C.A. 2 Hilos.

c.2.- Protección Contra Sobrecorrientes.

Los elementos de protección contra sobrecorrientes, deberán coordinarse en forma selectiva, procurando que las curvas de disparo queden separadas aproximadamente 20 ciclos (0.33 seg.) bajo una condición de sobrecorriente dada, en base de 60Hz.

c.3.- Localización de Equipos de Distribución.

Para localizar los equipos de distribución se considerará: que se encuentren lo más cerca posible del centro de carga, que sea relativamente sencillo alimentarlos y que se disponga del espacio necesario y no clasificado como área de explosión.

## d. - FUERZA

d.1.- Sistema de distribución.

Es el sistema que distribuye la energía en tensión media



dentro de la planta. Se origina en los interruptores del tablero de distribución de la planta, y termina en los devanados primarios de los transformadores que reducen la tensión a menos de 600 volts. y en las terminales de los motores de tensión media.

**d.2. - Sistema de Distribución a Centro de Carga.**

Es el sistema que distribuye la energía en tensión baja dentro de la planta.

Este sistema se origina en el lado secundario de los transformadores de potencia de menos de 600 volts.

**d.3. - Tableros de distribución en media y baja tensión, deberán ser tableros blindados para servicio pesado en interior, tipo frente muerto, empleando interruptores electromagnéticos, formando una sola unidad, debiendo especificarse en base a la tensión, corriente nominal y capacidad interruptiva.**

**d.4. - Cuarto de Control.-** Los tableros de distribución en media, baja tensión y CCMS se localizarán el cuarto de control con aire acondicionado.

**d.5. - Los centros de control de motores contendrán interruptores termomagnéticos derivados y combinaciones de interruptor termomagnético y contactor magnético, para el control de los motores de baja tensión o combinación de fusibles y contactores magnéticos, de acuerdo a la capacidad interruptiva.**

**d.6. - Los tableros de distribución y los cuartos de control, deberán dimensionarse considerando que un futuro se añadan secciones nuevas.-** En general deberá preverse un incremento de un 25% de la carga normal en operación y de acuerdo a la capacidad final de los transformadores respectivos.

**e. - ALUMBRADO**

**e.1. - General.**

- El alumbrado será diseñado para mantener el nivel de iluminación requerido para cada área, medido en el plano

de trabajo respectivo y con un factor de mantenimiento medio para cada tipo de unidad, de acuerdo a la tabla de niveles de iluminación de la Sociedad Mexicana de Iluminación.

## e.2. - Lámparas.

- Las lámparas deberán seleccionarse en base a:
  - a) Eficiente iluminación.
  - b) Distribución uniforme de luz.
  - c) Accesibilidad para cambio de lámparas y mantenimiento con seguridad.
  - d) Clasificación del área.
  - e) Consideraciones económicas.
- La selección de las Lámparas a utilizar en las diferentes áreas se hará de acuerdo a lo siguiente:

### I.- Areas Exteriores.

- a) Patios, áreas de almacenamiento, áreas ocupadas por tanques, bombas, cambiadores y áreas similares.

Reflector industrial con lámpara vapor de mercurio o de sodio alta presión.

- b) Puentes de tuberías y similares.

Luminaria industrial con lámpara incandescente, vapor de mercurio, vapor de sodio o de luz mixta.

- c) Calles.

Luminaria para alumbrado de calles con lámpara vapor de mercurio o de sodio alta presión.

### II.- Areas Interiores.

- a) Oficinas, vestidores, cuarto de control, laboratorios y similares.

Luminarias fluorescentes tipo comercial y/o industrial.

b) Area de regaderas.

Luminarias a prueba de vapor con lámpara incandescente o luz mixta.

- Las luminarias deberán ser de construcción para intemperie de áreas exteriores, excepto donde se indique otro tipo debido a la clasificación del área, equipándose con guarda donde exista probabilidad de daños mecánicos.
- En general, todas las luminarias deberán suministrarse con pantalla reflectora.

e.3. - Control de alumbrado.

- La iluminación se controlará mediante tableros con interruptores termomagnéticos, sin embargo, cuando sea necesario controlar un grupo de luminarias se instalarán apagadores locales, en caja de la denominación NEMA del área de que se trate.
- Podrá haber circuitos de alumbrado y circuitos de contactos en el mismo tablero, pero no luminarias y contactos en el mismo circuito.
- Los interruptores derivados de los tableros deberán ser de 20 amperes y se cargará al 75% de su capacidad como máximo.
- Se dejará interruptores disponibles en cada tablero, a razón de 1 por cada 5.
- De preferencia los grupos de lámparas para iluminación exterior se controlarán mediante contactores magnéticos, accionados por celdas fotoeléctricas o relojes programadores.
- Contactos Monofásicos.

Se deberán instalar contactos monofásicos en áreas de proceso y generales (Patios de Servicio) teniendo las siguientes características: 127 Volts, 15 Amp. Además deberán colocarse en cajas NEMA, de acuerdo a la clasificación del área de que se trate.

Los contactos deberán localizarse de tal manera que cubran un radio de 15 mts. como máximo, en todas las áreas.

En cuarto de control los contactos irán montados a 30 cm., S.N.P.T.; en laboratorios y talleres irán a la altura requerida por las mesas de trabajo; en el resto de las áreas la altura de montaje será 120 cm., S.N.P.T.

#### **f. - SISTEMAS DE INSTRUMENTOS ELECTRICOS.**

##### **f.1. - Alimentación.**

La alimentación al sistema de instrumentos, se hará mediante un tablero de distribución localizado en el cuarto de control de instrumentos, independiente de los tableros de alumbrado y contactos.

##### **f.2. - Conexión y Alambrado.**

- Todos los instrumentos que requieran energía eléctrica, o que envíen o reciban señal mediante conductores eléctricos, deberán conectarse y alambrarse.
- Los cables para alimentar instrumentos a 120 v., controles de instrumentos, válvulas operadas por solenoide y alambrado de alarmas deberán ser de las características especificadas para cable de control.
- La especificación de cables para señales de milivolts y miliamperes y alambrado de control de componentes interconectados de sistemas electrónicos, será suministrada por el Departamento de Instrumentación.
- Donde se justifique por la longitud del recorrido, pueden usarse cables multi-conductores entre el cuarto de control y cajas de conexiones con tablillas de terminales, localizadas convenientemente en el campo, para de ahí conectar a cada dispositivo por medio de cables monopolares. Se deberá dejar un 20% de cables y tablillas de reserva.
- Solamente en las cajas de conexiones podrán hacerse empalmes o uniones y deberán hacerse mediante tablillas terminales.

- Los alambres para termopares y que conduzcan señales de milivoltios o miliamperes deberán agruparse en tubos conduit, los cuales seguirán una cama independiente de otros sistemas de alambrado.

## g. - SISTEMAS DE TIERRAS

### g.1. - Características.

- Se deberá proveer un sistema de tierras confiable para conectar el equipo eléctrico, de proceso y estructuras de la planta. Se considerará que un equipo no eléctrico está satisfactoriamente conectado a tierra cuando la estructura de acero sobre la cual está soportado, esté conectada al sistema de tierras. El sistema de conduits se considerará conectado a tierra a través del equipo al que conecta.
- En donde el sistema de canalización utilizado sea charola se deberá buscar que exista continuidad eléctrica a lo largo de todo el recorrido, así como un mínimo de dos trayectorias a tierra. Lo anterior se hará llevando un cable desnudo semiduro trenzado sobre la charola conectado a cada tramo de la misma y a la red de tierras.
- El sistema de tierras consistirá de un anillo (circuito cerrado) de cable desnudo semiduro y trenzado que generalmente rodea a cada uno de los edificios y áreas de proceso exteriores, el cual estará conectado a varillas de cobre. Todos estos anillos deberán intercomunicarse formando una malla ininterrumpida para que cualquier corriente a tierra tenga por lo menos dos trayectorias.
- La longitud de la malla y el número de varillas se determinará, considerando la resistividad del terreno y que la resistencia a tierra de cualquier punto de la malla sea igual o menor a 5 ohms. Si la resistencia al ser medida sobrepasa 5 ohms deberán instalarse más varillas.
- El cable de los anillos deberá ser calibre No. 4/0 AWG como mínimo y las derivaciones No. 2/0 AWG como mínimo. El cable de tierra irá enterrado aproximadamente a 50 cm. bajo nivel de piso terminado.
- El equipo que se encuentre alejado de la planta podrá ser

conectado a tierra mediante un sistema independiente al cual no es necesario conectar a la malla general.

- En la salida de piso y en lugares donde el cable de tierras esté expuesto a daño mecánico, se protegerá con tubo conduit y en áreas corrosivas las partes expuestas con pintura epóxica o similar.
- Si la placa del equipo al que se conecte un pararrayos, en caso de tanques de almacenamiento o recipientes grandes, tiene un espesor mayor a 3/16" se podrá usar el cuerpo de dicho equipo como transmisor a tierra de la sobre carga, según lo indicado por NFPA.

#### f.2. - Conexiones.

- Para conexiones uniones y derivaciones de cable de tierras deberán usarse conectores tipo soldable excepto a equipo que regularmente se desconecta para mantenimiento. La conexión de este equipo deberá hacerse con conectores tipo mecánico, atornillado a la superficie metálica. Las anclas de equipo no deberán usarse para soportar los cables de tierra.
- Todo el equipo eléctrico, tal como interruptores y sus tableros, armazones de los motores, tableros de alumbrado, transformadores, centros de control de motores y tableros de instrumentos, se deberán conectar a tierra.
- Todo equipo probable de producir o absorber electricidad estática deberá conectarse adecuadamente a tierra. Las bandas de las transmisiones mecánicas que se encuentren en áreas peligrosas deberán ser antiestáticas.
- El calibre adecuado para cada elemento que se conecte al sistema de tierras será:

DESCRIPCION	CALIBRE
a) Tableros y transformadores tipo seco para alumbrado . . . . .	No. 2 AWG
b) Motores eléctricos: fraccionarios . . . . .	No. 6 AWG
De 1 a 100 H.P., inclusive . . . . .	No. 4 AWG
mayores de 100 H.P. (hasta 600 HP). . . . .	No. 2 AWG
c) Estructuras y tanques . . . . .	No. 2/0 AWG
d) Centros de control de motores, tableros de instrumentos, tanques de transformadores de potencia y de distribución y motores de media tensión (hasta 100 HP). . . . .	No. 2/0 AWG

- Todo el cable a utilizar para el sistema de tierras será de cobre desnudo.

En áreas corrosivas se podrá utilizar cobre aislado dependiendo del tipo de corrosión.

#### h.- PARARRAYOS

- Este sistema está basado en el Código 78 del NFPA Lighting Protection Code. La protección contra descargas atmosféricas de estructuras metálicas altas, tales como chimeneas, se considera suficiente con conectar las estructuras al sistema de tierras.

- Cuando se tengan dos estructuras de diferentes alturas, se buscará proteger con la más alta a la menor.

## **i. - CONTROL**

- Cada motor deberá controlarse y protegerse desde un arrancador instalado en centros de control de motores.
- Los motores monofásicos podrán tener arrancador manual en caja de la denominación NEMA correspondiente al área de que se trate.
- Cada motor se deberá controlar mediante una estación de botones localizada junto al motor, siendo éste de la denominación NEMA correspondiente al área de que se trate.
- Las estaciones de botones "Arrancar-Parar" deberán ser del tipo contacto momentáneo. Se instalarán lámparas indicadoras donde se requiera.
- Cada arrancador debe tener un transformador con relación 480-120 volts para control, con capacidad mínima de 100 VA

## **j. - SISTEMAS DE COMUNICACION**

- Sistemas de Teléfonos.

Se diseña el sistema de canalización (con sus accesorios) para la red General de Teléfonos, siguiendo los lineamientos señalados por la compañía Teléfonos de México.

## **k. - CONDUIT Y ALAMBRADO**

### **k.1. - General.**

- Todos los conduits metálicos deberán ser recubiertos con epóxico. El diámetro mínimo a usarse será de 19 mm .
- Las curvas de 90 grados deben ser de radio estándar cuando sean visibles, y de radio grande cuando sean subterráneas, debiendo ser prefabricadas de 38 mm (1 1/2") en adelante.
- Las trayectorias de conduits deberán evitar las líneas de vapor y otras tuberías calientes. En el cruce inevitable con líneas de tuberías calientes, los conduits deberán separarse de esas tuberías por lo menos 15 cm. de pared de



conduit a pared de aislamiento térmico, o 30 cm. si son superficies sin aislar con temperaturas superiores de 65.5 C (150 F).

- Se deberá usar conduit flexible impermeable, o cople flexible a prueba de explosión para conexión de motores y equipo que tenga base deslizante o que esté sujeto a vibraciones, de acuerdo a la clasificación del área, y de lo indicado por el N.E.C. respecto al tipo de equipo que se va a conectar.
- En áreas peligrosas, todas las conexiones de conduits a interruptores, estaciones de botones y otros equipos que produzcan chispa, deberán proveerse con accesorios de sello.
- Todos los accesorios para conduit deberán ser equipados con tapa fundida y empaque de neopreno, excepto para áreas peligrosas, en las que se usarán los accesorios correspondientes al área de que se trate.
- En áreas donde se acumulen líquidos dentro de los conduits, deberán proveerse con drenaje.
- Todos los extremos de los conduits para uso futuro deberán llevar tapa.

#### k.2. - Conduits Subterráneos.

- Estos conduits deberán ir recubiertos con una envoltura rectangular de concreto con  $f_c = 150 \text{ Kg/cm}^2$  (formando un ducto) con un espesor mínimo de 8 cm. desde la pared exterior del conduit mayor.
- En la parte superior de los bancos de ductos, el concreto deberá ir a un mínimo de 50 cm. bajo nivel de piso terminado. En cruces de caminos o espuelas de ferrocarril la parte superior deberá ir a un mínimo de 80 cm. bajo nivel de piso terminado.
- Los bancos de ducto deberán seguir la ruta más directa de un punto a otro, procurando tener el menor número de cruces entre ellos u otros sistemas enterrados.
- La distancia máxima entre registros será de 50 m. en línea recta.

Quando exista un cambio de dirección de los ductos, se deberá poner un registro intermedio.

- Cuando los registros y ductos se localicen bajo el nivel freático, se construirán con impermeabilizante.

### k.3.- Conduits Aereos.

- El conduit será metálico, siendo el tamaño mínimo utilizado 19 mm. (3/4") y el máximo 101 mm. (4").
- Los conduits deberán seguir caminos paralelos o en ángulos rectos a paredes, columnas, travesaños, puentes de tuberías, etc., siempre que sea posible.
- Los conduits que corren paralelos, formando grupos, deberán soportarse a cada 2.50 m. máximo.
- No deberá haber tramos rectos mayores de 25 m. de longitud sin tener caja de registro.

## 1. - CABLES ELECTRICOS

### 1.1. - Conductor.

- En general se utilizará cable monopolar formado por varios hilos de cobre.
- Los cables mínimos a utilizar son:

- a) Circuitos de control y protección alarmas e instrumentos - - - - - No. 14 AWG.
- b) Circuitos de alumbrado - - - - - No. 12 AWG.
- c) Circuitos de fuerza hasta 600 Volts - - - - - No. 10 AWG.
- d) Circuitos de potencia mayores de 600 Volts. - - - - - No. 8 AWG.

### 1.2. - Tipos.

- El cable y alambre usado para 120 V.C.A. debe ser con aislamiento para 600 V.

- El cable para distribución de energía en 15 KV y 5 KV, será conductor de cobre y aislamiento sólido EP o XLP, 100% nivel de aislamiento con conexión a tierra, 90 C de temperatura de operación, pantalla de cinta de cobre y cubierta exterior de PVC, para instalación en charola.
- El cable de 600 V para fuerza será multiconductor (7 conductores, 3 para fuerza y 4 para control) de cobre con 75 C de elevación de temperatura, aislamiento sólido tipo THW con armado continuo de aluminio engargolado y cubierta exterior de PVC.
- El cable para circuitos de control clase 600 V. para fuerza, será multiconductor (3 y 4 conductores) de cobre, con 75 C de elevación de temperatura, aislamiento sólido tipo THHW de polietileno vulcanizado y cubierta exterior de PVC.

## ANEXO "A"

### AREAS PELIGROSAS

Definidas por el NEC (National Electric Code)

El grado de peligro de un área es normalmente indicado por una designación en tres partes: "Clase, División y Grupo". La Clase I, División I, Grupo A, denota la condición más severa y de continuo peligro.

**Localidades Clase I:** Son aquellas en las cuales gases o vapores inflamables pueden estar presentes en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas explosivas.

**Localidades Clase II:** Son aquellas que son peligrosas debido a la presencia de polvos combustibles.

**Localidades Clase III:** Son aquellas peligrosas por la presencia de fibras inflamables, pero que no llega a formarse una suspensión en aire, sin embargo, forman mezclas explosivas.

**División I:** Son localidades en las cuales las concentraciones en el aire existen continuamente, intermitentemente o periódicamente bajo condiciones normales de operación.

**División II:** Son localidades en las cuales las concentraciones son manejadas, procesadas o usadas pero normalmente confinadas dentro de contenedores cerrados o sistemas cerrados de las cuales escapan en caso de ruptura accidental.

**Grupo A:** Atmosferas conteniendo acetileno.

**Grupo B:** Atmosferas conteniendo hidrógeno, gases o vapores de peligrosidad equivalente.

**Grupo C:** Atmosferas conteniendo vapores de éter etílico, etileno o ciclopropano

**Grupo D:** Atmosferas conteniendo gasolina, hexano, nafta, bencina, butano, propano, alcohol, acetona, bencol, vapores solventes o gas natural.

Grupo E: Atmósferas conteniendo polvo metálico, incluyendo aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales, así como otros metales de características peligrosas similares.

Grupo F: Atmósferas conteniendo carbón negro o polvo de carbón.

Grupo G: Atmósferas conteniendo harinas, almidón o polvos de granos.

## ANEXO "B"

### DESCRIPCION SIMPLIFICADA DE LOS DIFERENTES TIPOS DE CAJAS O GABINETES SEGUN DESIGNACION NEMA.

**GABINETE.** - Es un recinto o recipiente, que rodea o aloja un equipo eléctrico, con el fin de protegerlo contra las condiciones externas y con objeto de prevenir a las personas de contacto accidental con partes energizadas.

**TIPO 1.** - **USOS GENERALES.** - Diseñado para uso en interiores, en áreas donde no existen condiciones especiales de servicio y proteger el contacto accidental de personas con el equipo protegido.

**TIPO 2.** - **A PRUEBA DE GOTEO.** - Diseñado para uso en interiores, proteger el equipo contra goteo de líquidos no corrosivos y contra la salpicadura de lodos.

**TIPO 3.** - **PARA SERVICIO INTEMPERIE.** - Diseñado para uso en exteriores y proteger el equipo que encierran contra tolvaneras y aire húmedo; gabinetes metálicos resistentes a la corrosión.

**TIPO 3R.** - **A PRUEBA DE LLUVIA.** - Diseñado para uso en exteriores y proteger el equipo que encierran contra la lluvia; gabinete metálico resistente a la corrosión.

**TIPO 4.** - **HERMETICO AL AGUA Y AL POLVO.** - Diseñado para equipo expuesto directamente a severas condensaciones externas, salpicaduras de agua o chorro de manguera.

**TIPO 4X.** - **HERMETICO AL AGUA, POLVO Y RESISTENTE A LA CORROSION.** - Debe cumplir con los mismos requisitos que se indican para gabinetes Tipo 4, y además ser resistentes a la corrosión (con acabado especial para resistir corrosión o fabricado de políester).

**TIPO 5.** - **HERMETICO AL POLVO.** - Diseñado para uso en interiores y proteger el equipo que encierran contra el polvo.

- TIPO 6. - SUMERGIBLE, HERMETICO AL AGUA Y AL POLVO.- Diseñado para uso en interiores y exteriores, en caso de inmersión ocasional, caída de chorros directos de agua, polvos o pelusas.
- TIPO 7. - A PRUEBA DE GASES EXPLOSIVOS.- (Equipo encerrado en aire). Diseñado para uso en atmósferas peligrosas. Clase I Grupo B, C o D y soportar una explosión interna sin causar peligros externos.
- TIPO 8. - A PRUEBA DE GASES EXPLOSIVOS.- (Equipo encerrado en aceite). Diseñado para el mismo fin que el tipo 7 pero su equipo trabaja sumergido en aceite para evitar cualquier posibilidad de chispas que se produzcan.
- TIPO 9. - A PRUEBA DE POLVOS EXPLOSIVOS.- (Equipo encerrado en aire) Diseñado para uso en atmósferas peligrosas Clase II Grupo E, F y G y evitar el ingreso de cantidades peligrosas de polvos explosivos.
- TIPO 10. - PARA USO EN MINAS.- Diseñado para uso en minas, cumpliendo los requisitos para atmósferas que contienen mezclas de metano y aire; gabinete a prueba de explosión con juntas y seguros adecuados.
- TIPO 11. - RESISTENTE A LA CORROSION.- (Equipo encerrado en aceite) Diseñado para proteger al equipo contra condensaciones externas de líquidos corrosivos, humos y gases corrosivos; gabinete resistente a la corrosión.
- TIPO 12. - USO INDUSTRIAL. HERMETICO AL POLVO Y AL GOTEO.- Diseñado para uso en interiores y proteger al equipo contra fibras, insectos, pelusas, polvos, salpicaduras ligeras, goteos y condensaciones externas de líquidos.
- TIPO 13. - USO INDUSTRIAL. HERMETICO AL ACEITE Y EL POLVO.- Diseñado para uso en interiores y proteger el equipo contra aceites, líquidos refrigerantes y polvos. Principalmente en gabinetes de dispositivos piloto, máquinas y herramientas.

**F) INGENIERIA CIVIL**

**Se debe hacer todo tan sencillo  
como sea posible,  
pero no tan sencillo.**

**A. Einstein**



## F.1 - CRITERIO DE DISEÑO ESTRUCTURAL.

### a) - Alcance.

Este criterio cubre los requerimientos generales de cargas de diseño, combinaciones de cargas, materiales y esfuerzos admisibles para diseño civil.

### b) - Reglamentos.

#### b.1 - Concreto reforzado.

Todos los elementos de concreto deberán diseñarse de acuerdo a las siguientes publicaciones del Instituto Americano del Concreto.

- i) "Reglamento para construcciones de concreto reforzado" ACI-318-71, diseñado por refuerzos de trabajo.
- ii) "Práctica recomendada para seleccionar proporciones de concreto" ACI-613-54.

#### b.2 - Acero estructural.

Todos los elementos de acero estructural deberán diseñarse de acuerdo a las siguientes publicaciones:

- I) "Especificaciones para el diseño, fabricación y montaje de acero estructural para edificios" (manual AISC-7a. edición) (1969).
- II) "Códigos de Prácticas Generales para Edificios y Puentes de Acero" (AISC-1970).
- III) Especificaciones de la "Sociedad Americana de Soldadura".
- IV) Especificaciones del "Instituto Americano del Hierro y del Acero".

Barandales, escaleras, plataformas menores, placas de piso, etc., deberán basarse en la siguiente publicación de la Sociedad Americana de Estándares.

"Código de Seguridad para escaleras fijas" (A14.3 1956).

c) - Materiales.

Los materiales serán como se indica a continuación a menos que el cliente solicite otros:

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| 1) Acero Estructural         | ASTM-A-36<br>FY = 2530 Kg/cm <sup>2</sup>  |
| 2) Tornillos                 |  |
| A) Estándar                  | ASTM-A-307                                 |
| B) Alta Resistencia          | ASTM-A-325                                 |
| 3) Acero de Refuerzo         |  |
| A) Varilla Corrugada         | ASTM-A-615                                 |
| Grado Duro para las          |  |
| 4 hasta 12                   | FY = 4000 Kg/cm <sup>2</sup>               |
| Grado Suave para las         |  |
| 2 y 3                        | FY = 2300 Kg/cm <sup>2</sup>               |
| B) Malla Electro Soldada     | ASTM-A-185<br>FY = 5000 Kg/cm <sup>2</sup> |
| 4) Cemento.                  |  |
| Para construcción en         | Portland.                                  |
| general.                     | Tipos I ó III<br>ASTM-C-150                |
| 5) Resistencia del Concreto. |  |

La resistencia del concreto a la compresión a los 28 días de edad será, a menos que se mencione otra cosa en las especificaciones particulares del cliente.

A) Para cimentaciones

200 Kg/cm<sup>2</sup>.

B) Columnas, vigas y losas  
de entre piso.

250 Kg/cm<sup>2</sup>

) - Cargas de Diseño.

d.1 - Carga muerta.

**Peso propio de la Estructura.**

Es el peso de todos los materiales y elementos que forman parte permanente de la estructura completa.

d.2 - Cargas de Equipo.

d.2.1 - Peso propio del Equipo durante el Montaje.

Es el peso de embarque del equipo, excluyendo el peso de las partes que se instalan en el campo después de montado el mismo.

d.2.2 - Peso Propio del Equipo en Operación.

Es el peso de todas las partes que forman el equipo completo, incluyendo el aislamiento, la tubería exterior conectada y estructuras, así como fuerzas debidas a expansión de tuberías y su contenido.

d.2.3 - Peso propio del Equipo en Prueba Hidrostática.

Es el peso propio en operación excluyendo el peso de las partes internas que no deben instalarse antes de efectuar la prueba.

d.3 - Carga de tubería o peso propio de la tubería.

Es el peso de todos los materiales que forman parte permanente del sistema de tuberías ya terminado.

d.4 - Cargas Vivas.

Es la carga máxima que se produce durante la operación del equipo, considerada uniformemente distribuida.

d.5 - Cargas Accidentales.

d.5.1 - Carga de Viento.

Es la carga ejercida por el viento.

Se considerará que puede actuar en cualquier dirección. La distribución de la carga de viento será de acuerdo con el reglamento de construcciones del D.F. y su magnitud la ejercida por un viento con velocidad de 200 Km/HR.

d.5.2 - Carga de Sismo.

i) Las cargas de sismo y su distribución serán de acuerdo al Manual de Diseño de Obras Civiles de la C.F.E., el Reglamento de Construcciones del D.F. y Código de California Zona II.

ii) La carga de sismo puede actuar en cualquier dirección.

d.6 - Combinaciones de Cargas.

i) Cualquier elemento estructural deberá diseñarse para soportar las combinaciones de las cargas mencionadas en los incisos d.4 y d.5 que produzcan los efectos mayores.

ii) Deberá investigarse el efecto de cargas de montaje y cargas ocasionadas por grúas y/o cualquier otro equipo adicional usado durante el montaje.

e) - Esfuerzos y consideraciones de diseño.

e.1 - Los esfuerzos admisibles recomendados en los reglamentos mencionados en el inciso b, de este criterio serán los que se apliquen en el diseño.

e.2 - Se permite incrementar los esfuerzos indicados en los reglamentos del inciso b, de acuerdo a lo siguiente:

A.- En combinaciones que incluyen carga accidental (viento o sismo) . . . . .	33%
B.- En combinaciones que incluyen cargas hidrostáticas de prueba de equipo . . . . .	20%

C.- En combinaciones que incluyan cargas de corta duración, sin impactos temporales y no repetitivas . . . . . 20%

e.3 - Los esfuerzos admisibles NO se incrementarán en el caso de estructuras que primordialmente están sujetas a cargas de vientos o sismos como chimeneas.

f) - Anclas.

f.1 - Las anclas deberán diseñarse con un esfuerzo de trabajo de 980 Kg/cm<sup>2</sup>. en tensión y de 700 Kg/cm<sup>2</sup> en corte sobre el área bruta (área no roscada del cuerpo del ancla).

f.2.- Deberán revisarse los esfuerzos de adherencias y aplastamiento de ancla contra el concreto.

f.3.- Las anclas que no estén protegidas de la corrosión por cualquier medio, como grout o que estén localizadas en el interior de algún edificio, deberán tener un diámetro incrementado de 1/8" como tolerancia de corrosión.

g) - Conexiones estructurales.

Se usarán los siguientes tipos de conexión:

g.1 - En Miembros principales.

- a) Conexiones de Taller. Soldadas.
- b) Conexiones de Campo. Preferentemente atornilladas con tornillo de alta resistencia conexión tipo fricción (rosca fuera del plano de corte) o soldadas.

g.2 - Miembros-secundarios.

(Escaleras, barandales, polines, largueros, contraventeos y soportes de tubería).

a.- Conexiones de Taller.

Soldadas ó atornilladas con tornillo estándar.

**b.- Conexiones de Campo.**

Atornilladas con tornillo estándar ó soldadas.

**g.3 - Empalmes de Columnas.**

La placa de empalme deberá desarrollar el 100% de la capacidad a compresión de la columna y cuando menos un 60% de la capacidad de tensión.

**g.4 - Conexiones Mínimas.**

a) Las conexiones que soporten esfuerzos calculados excepto celosías, barras atiesadoras y largueros, deberán diseñarse para transferir una fuerza no menor de 3 tons.

b) Ninguna conexión atornillada deberá tener menos de 2 tornillos.

**h) - Sistemas de Contraventeo.**

h.1 - Los sistemas de contraventeo horizontal y vertical deben ser tales que se satisfagan los requerimientos de rigidez de la estructura en conjunto y las necesidades de operación.

h.2 - Todo contraventeo debe estructurarse de manera que se minimicen los efectos de torsión.

**i) - Plataformas, Andadores, Escaleras y Barandales.**

**i.1 - Placas de Piso.**

La estructuración de pisos será tal que cuando se use placa antiderrapante, ésta apoye en los cuatro lados.

Su espesor mínimo será 1/4".

La separación de los elementos estructurales estará basada en la carga de diseño.

**i.2 - Rejilla.**

Cuando se use rejilla, ésta se apoyará en dos lados.

Deberá fijarse a los elementos soportantes con anclas estándar.

Se podrán ensamblar en el taller unidades completas de plataformas.

La separación de los elementos estructurales estará basada en la carga de diseño.

**1.3 - Escaleras de Rampa.**

a) El peralte máximo será de 20 cm. La huella será de 25 cm.

b) La diferencia en elevación entre plataformas menor de 30 cms. no requerirá escalón intermedio.

**1.4 - Escaleras de Gato o Marinas.**

a) Las escaleras de gato para acceso a plataforma estarán provistas de jaula de protección cuando tengan una altura mayor de 3.60 m.

b) La longitud máxima ininterrumpida de una escalera de gato no excederá de 9.00 m.

**1.5 - Escalones.**

Serán estándar, de 25 cm. de ancho y 76 cm. de largo con vuelta de escalón de placa antiderrapante.

**1.6 - Barandales.**

a) Toda plataforma y escalera estará protegida con barandales.

b) Se colocarán rodapiés de placa o concreto en huecos de acceso a escaleras de gato y en huecos para equipo en que la holgura sea mayor de 5 cm. y menores de 30 cm.

**j) - Claros Libres.**

j.1 - La altura sobre plataformas y pasillos no será menor de 2.10 cm.

j.2 - El ancho de los descansos medido en la dirección de la rampa, no será menor de 91 cm.

j.3 - Las plataformas de servicio de entradas de hombre

localizadas en el cuerpo de recipientes, de preferencia se localizarán 91 cm. abajo del centro de la entrada. Las plataformas tendrán un ancho libre de 91 cm. enfrente del paño exterior de la entrada y no menor de 30 cm. de los extremos de la entrada en dirección transversal.

j.4 - Los pasillos de trabajo tendrán un ancho mínimo de 75 cm. y las pasarelas de inspección de 61 cm.

k) - Espesores mínimos y pendientes integrales.

k.1 - Los espesores mínimos y máximos de soldadura serán los indicados en las normas de la A. W. S.

k.2 - Los espesores mínimos de losas de concreto serán los siguientes:

- a) En techos cuando no exista ninguna instalación: 10 cm
- b) En entrepisos sin equipo dinámico: 10 cm
- c) En techos o entrepisos con equipo dinámico: 15 cm

k.3 - Cuando las condiciones de operación requieran drenaje del piso, se proporcionará una pendiente mínima de 2% hacia las coladeras.

l.- Muros de Mampostería.

l.1 - Todos los muros de mampostería, se reforzarán con dadas y castillos conectados a la estructura, de manera de resistir el empuje de viento y fuerzas adicionales de acuerdo al tipo de edificio o área donde se localice.

l.2 - En estructuras de acero, los muros se localizarán por fuera de las columnas y estarán anclados a la estructura.

l.3 - En los muros de block hueco de concreto se harán castillos ahogados a una separación máxima de 1.20 m. En estos castillos se colocará una varilla del No. 3.

l.4 - Los huecos para puertas deberán enmascarse con castillos, canales, de acero estructuras o marcos tubulares anclados al concreto.



1.5 - A menos que se indique otra cosa por parte del cliente, los huecos para ventanas llevarán un cerramiento y repisón y al colocar éstas, deberán sellarse.

m) - Techos de Concreto.

Los techos de concreto podrán ser colados en el lugar o precolados.

La pendiente mínima será de 2%, se dará con un relleno de material.

Cuando el techo sea precolado, las losas deberán anclarse a las trabes o muros de apoyo.

Todo techo de concreto irá impermeabilizado, según las necesidades locales de la planta en cuanto a la duración y el tipo de tránsito que tenga sobre éste. (Donde exista movimiento de personal, se colocará una pasarela de tránsito).

El drenaje pluvial será por gravedad.

n) - Firmes.

n.1 - Las losas de concreto sobre el suelo serán de 15 cm. de espesor reforzadas con una capa de malla electrosoldada 6 x 6 10/10 como mínimo.

n.2 - En las losas sobre el suelo se proporcionarán juntas de construcción y colado.

n.3 - Las cargas sobre la losa de piso no se transmitirán a la estructura del edificio o cimentación de equipo mayor. La losa de piso estará separada de dados y cimentaciones, mediante juntas de expansión.

n.4 - En edificios de losa sobre el suelo llevará una trabe. Esta trabe tendrá un ancho mínimo de 15 cm. y se desplantará, por lo menos 30 cm. abajo del nivel de la terracería exterior.

Esta trabe estará separada de la losa de piso por medio de una junta de expansión.

n.5 - Todas las losas de piso deberán tener una pendiente mínima de 1% hacia el sistema de drenaje. Cuando existan áreas húmedas, la pendiente será de 2%.

**o) - Cimentaciones.**

- El diseño de las cimentaciones deberá basarse en las recomendaciones del Estudio de Mecánica de Suelos, realizado para el proyecto.

**p) - Elevaciones.**

- Todas las elevaciones estarán referidas a los bancos de nivel establecidos por el cliente.

**q) - Factores de Seguridad.**

Las cimentaciones sujetas a momentos de volteo o fuerzas de tensión deberán diseñarse de tal manera que el coeficiente de seguridad contra el volteo sea mayor o igual a 1.5. El peso del suelo sobre la cimentación deberá tomarse en cuenta en el cálculo del momento y fuerza resistente.

Si al diseñar grupos de pilotes aparecen fuerzas de tensión, el factor de seguridad contra volteo indicado podrá excederse siempre y cuando la capacidad de los pilotes tanto a tensión como a compresión, no se exceda.

**r.- Cimentaciones de Equipo Vibratorio.**

r.1 - Las cimentaciones de equipo en vibración se diseñarán de manera que se evite la resonancia en el modo fundamental.

r.2 - Las cimentaciones de compresores recíprocos se desplantarán lo más superficialmente que permitan las condiciones del suelo, para reducir momentos.

r.3 - Las bases o cimentaciones de equipo en vibración se extenderán no menos de 5 cm. a los lados de la base del equipo.

**s) - Juntas de Expansión.**

Las cimentaciones de equipo vibratorio deberán desligarse de las cimentaciones de los edificios, losas de piso y otras cimentaciones por medio de una junta de expansión asfáltica de 1/2" de espesor alrededor de dichas cimentaciones.

t) - Anclas para equipo.

Las anclas para equipo deberán colocarse con camisas, las cuales se rellenarán con mortero después de instalado dicho equipo. Cuando se requiera prever expansión térmica del equipo, se colocarán placas que permitan el deslizamiento.

La distancia libre entre el ancla o la camisa y el paño de la cimentación no será menor de 5 cm. en base, ni de 6 cm. en dados.

## ANEXO I

### CAPACIDAD DE CARGAS DE TERRENOS

Valores aproximados de capacidad de carga para diferentes tipos de terreno.

CLASE MATERIAL	<u>TONS</u> ft <sup>2</sup>	<u>TONS</u> m <sup>2</sup>	<u>KG</u> cm <sup>2</sup>
1.- Cama de roca masiva, cristalina incluyendo granito, diorita, gneis, roca ignea (basalto), piedra caliza dura y dolomita.	100	1076.4	107.64
2.- Roca foliada incluyendo camas de piedra caliza, esquisto, pizarra en condiciones solidas (puras)	40	430.56	43.06
3.- Roca sedimentaria incluyendo pizarras duras, piedras areniscas y conglomerados cementados.	25	269.10	29.91
4.- Cama de roca suave o triturada (excluyendo pizarra), y piedra caliza suave.	10	107.64	10.76
5.- Compactados, gravas parcialmente cementadas, arena y capas duras o roqueñas (debajo de terreno blando) encima de rocas.	10	107.64	10.76
6.- Grava y mezclas de arena-grava.	6	64.58	6.46
7.- Grava suelta, arcilla dura seca, arena gruesa compactada y pizarras suaves.	4	43.06	4.31
8.- Suelos, arena gruesa y mezclas de grava arena, y arena fina compactada (confinada)	3	32.29	3.23

9.- Arena suelta mediana (Confinada) arcilla firme (dura)	2	21.53	2.15
10.- Pizarra suave triturada, arcilla suave.	1.5	16.15	1.62

\* Tomado del CRSI Design Handbook Volumen II 1963 ACI Code pag.5.5



## **F.2 - CRITERIOS ARQUITECTONICOS:**

### **F.2.1 - RECUBRIMIENTOS DE PIEDRAS NATURALES Y/O ARTIFICIALES EN MUROS**

Consistirá de la adquisición de los materiales necesarios, acarreo, almacenamiento, maniobras, instalación, andamios, recortes, desperdicios y toda la mano de obra necesaria para la completa terminación de los trabajos.

El material (natural o artificial) así como el lienzo del muro sobre el que se vaya a colocar, deberán humedecerse, antes de iniciar la colocación.

Las juntas resultantes de la colocación de las piezas, deberán ser uniformes en alineamiento y profundidad, sin irregularidades y la superficie deberá quedar perfectamente lisa.

### **F.2.2 - HERRERIA TUBULAR DE LAMINA EN PUERTAS Y VENTANAS**

Es el conjunto de elementos arquitectónicos cuya función es controlar el acceso al cuarto de control, si son puertas y abastecerlos de luz y ventilación natural, si son ventanas. Constituyen, al mismo tiempo, un elemento de protección contra factores de intemperie tales como, lluvia, viento, polvo, etc.

Consistirá de la adquisición del material, habilitación y armado de los diferentes elementos especificados, soldado y esmerilado de las secciones hasta obtener superficies lisas y sin defectos; protección, refuerzos y sellado en las uniones de secciones o perfiles; pintura anticorrosiva exterior e interior en los casos que así se indique; transporte y colocación en los lugares indicados, así como el ajuste y aplicación del acabado.

El amacizado y colocación de la herrería se hará por medio de anclajes que cada una de las secciones traerá previamente constituida desde el taller de fabricación; los anclajes se alojarán en cajas practicadas sobre la estructura, con una dimensión tal, que el anclaje quede ahogado en una masa de mortero cemento arena (3:1 en volumen) de un espesor mínimo de 7 cm. y con un alineamiento y forma tal que asegure que la estructura de herrería quede a plomo y nivel.

### **F.2.3 - HERRAJES**

Consiste en el suministro de herraje apropiado para la fijación y operación de todas las partes móviles del cuarto de control.

El herraje deberá tener un buen ajuste y un color uniforme, así como estar libre de imperfecciones que afecten su funcionamiento o su apariencia; todos los cerrojos en puertas exteriores que se habrán hacia afuera se colocarán de tal modo que el cerrojo no pueda ser movido cuando la puerta esta cerrada.

Todo el herraje debe ser suministrado con los tornillos, tuercas y las piezas necesarias para su montaje.

Topes en las paredes y en el piso deben de colocarse siempre que alguna puerta o parte del herraje golpee una pared, columna u otra parte del cuarto de control.

### **F.2.4 - VIDRIOS Y CRISTALES**

Conjunto de operaciones que deberá ejecutar el contratista para suministrar, recortar, colocar y fijar las piezas de vidrio.

Los vidrios y materiales fibro-plásticos se cortarán en dimensiones tales que permitan una holgura para su montaje, evitándose además que se rajen por dilatación contra los marcos, dejando el espacio necesario para la colocación de grapas. Dicha holgura será como mínimo igual al 50% del espesor del vidrio que se vaya a colocar. Los cortes deberán ser hechos con la herramienta adecuada.

#### **A. - COLOCACION SOBRE MARCOS METALICOS**

Un sistema comúnmente empleado, consiste en la sujeción del cristal a los marcos metálicos por medio de cañuelas metálicas, o porta vidrios (baguetas), las que son atornilladas a los manguetes. En el caso de cristales con superficie igual o mayor de 2 metros cuadrados, se utilizarán molduras a base de materiales plásticos que enmarquen y ajusten perfectamente en los bordes de los cristales antes de ser asentados en los marcos.

Los vidrios en ningún caso deberán quedar en contacto directo con el metal de los marcos o manguetes metálicos, debiendo asentarse sobre mastiche previamente colocado en los marcos y manguetes.



## B. - COLOCACION SOBRE MARCOS DE MADERA

En el caso de vidrieras interiores, se fijarán por medio de tiras de madera que se asentarán previamente sobre mastique colocado en los manguetes de las vidrieras y para las exteriores los vidrios se asentarán sobre mastique, fijándose por medio de puntillas de clavos, y se achafianarán finalmente con mastique, que cubrirá los clavos.

Cualquiera que sea el material del marco, la colocación y fijación de los vidrios se hará en tal forma que las juntas entre sus bordes y los manguetes en que queden montados impidan el paso del agua y del viento.

## F.2.5 - PLAFONES

Conjunto de operaciones que se efectúan sobre la parte inferior de los entrepisos (ya sea de concreto, metálicos y/o de madera), para formar superficies de disiones y formas variadas, constituidas por materiales de diversa naturaleza.

Se especificarán plafones de metal desplegado y se empleará suspensión metálica tipo mecánico, número 7, según especificaciones de la "Acoustical Materials Association". El armazón estará constituido por canales de acero galvanizado de 1 1/2" (o secciones en "T" de aluminio) espaciados a no más de 1.20 mts. en ambas direcciones, colocándose en dirección transversal a los canales, secciones "Z" o "J" de acero galvanizado, sujetos a los canales por medio de grapas (clips) con separación máxima de 0.30 mts. El armazón metálico estará colgada del entrepiso por medio de tirantes de alambón o solera galvanizada calibre 16 de 19 mm. de ancho, fijados mediante clavos de percusión o expansión, espaciados a no más de 1.20 mts.

El metal desplegado se fijará a la estructura formada por los canales y demás secciones, por medio de alambre galvanizado, con un número de amarres tal, que no permita su deslizamiento y la formación de ondulaciones.

## F.2.6 - PUERTAS DE MADERA

Conjunto de trabajos para la construcción y colocación de las puertas de madera (int. y ext.) que se indiquen.

La madera empleada, deberá ser de tipo selecto, limpia de nudos sueltos, secada en estufa o al aire con un máximo de humedad de 6%.

La madera empleada en la fabricación de la puertas (tableros, marcos, contramarcos, etc) deberá ser protegida contra los agentes atmosféricos y la acción de insectos (polilla, comején, etc.) por lo que se le aplicarán productos a base de Pentaclorofenol y Resinas Sintéticas; el producto que se aplique no deberá considerarse como un acabado final.

Los canes que se empleen para la fijación de los marcos o cualquier otro elemento, serán de madera preparada o creosotada, es decir impermeabilizada, (con objeto de que no absorban humedad), con unos clavos en ambos lados, para aumentar la adherencia y empotrar; toda puerta se fijará con tres canes a cada lado en su sentido vertical, la colocación de los mismos será de acuerdo las siguientes limitaciones:

- a. - El can superior a 30 cm. del cerramiento de la puerta.
- b. - El can inferior a 20 cm. del piso, si el piso es de material lavable, en que se prevee el uso del agua para su aseo, se situará al can a una distancia menor.
- c. - El intermedio equidistante de los anteriores.

#### **F.2.7 - YESO**

Aplanado de yeso en muros y plafones con maestras a plomo y regla incluyendo boquillas, remates y cortes en cualquier nivel.

Previamente a la colocación del yeso se humedecerán las superficies. El espesor del aplanado no será mayor de 2 cm., no se aceptarán aplanados en donde la adherencia no sea completa o denote irregularidades en su aplicación.

Antes de aplicar yeso, si la superficie es muy lisa, se picará con cincel, con el objeto de lograr adherencia. Si existen irregularidades notables que puedan requerir un aumento en el espesor del yeso superior a 2 cm., deberán eliminarse, o en su caso contrario se usará metal desplegado. En caso de que existan oquedades o puntos descubiertos, se resanarán previamente con mortero cemento, arena 1:3, una vez aplicado el yeso se pulirá con llana metálica y las aristas podrán ser vivas, biseladas, acabadas con tarraja o como se indique en el proyecto.

## **F.2.8 - INSTALACIONES Y MUEBLES SANITARIOS**

Se incluirá la adquisición, transporte, maniobras, almacenamiento e instalación de los diversos muebles sanitarios con sus accesorios (llaves, tapones, etc), la conexión de los mismos a las tuberías de desalojamiento de las aguas hasta la red de drenaje, resanes y otros, para el correcto funcionamiento de los muebles y tuberías de desalojamiento, así como fijación o soporte de tuberías.

La instalación sanitaria, estará comprendida por los siguientes aspectos:

- I.- Muebles sanitarios.
- II.- Ramales de los muebles sanitarios.
- III.- Bajantes.
- IV.- Red de drenaje.

Por lo que respecta a los muebles sanitarios:

### **a.- Excusados (W.C.)**

Serán nuevos de porcelana vidriada, no expuesta a descascarillarse, con el sifón fundido en un solo cuerpo con el vaso y el borde.

En todos los casos la unión de la boca del desfogue de las tazas con la del tubo o codo del piso se hará por medio de un tramo de tubo de plomo de: 0.10 mts. de diámetro por 0.20 mts. de largo, bien ajustado para evitar fugas en nivel de boca sobre la que se ha de asentar. Las tazas se fijarán al piso con pijas empotradas en barrenos efectuados en el piso y ahogados con plomo fundido. Entre la superficie de contacto del mueble, se colocará una cama de mastique, plomo o cualquier otro material, para conseguir la hermeticidad necesaria en la junta.

### **b.- Mingitorios.**

Serán de porcelana vidriada, de una pieza, sin juntas, con todas sus superficies aparentes perfectamente lisas, del tipo y marca indicados en el proyecto.

**c.- Lavabos.**

Podrán ser de porcelana vidriada, o de hierro esmaltado. La sujeción del lavabo podrá ser de diversos tipos: Suspendida de la pared con cartelas especiales; apoyarse en el suelo por medio de un pedestal esmaltado, y sujetos a la pared por su parte trasera.

**d.- Llaves o grifos para agua.**

Los grifos usados para obturación de salidas de agua, deberán ser de igual calidad, sin defectos de fundición y de cierre herético, que deberá verificarse mediante obturadores de cuerda, con asiento metálico bien ajustado o de material especial.

Asimismo, deberán tener todos los demás ajustes y empaques necesarios para evitar fugas de agua.

**8. - SERVICIOS DE PROCURACION**

No basta con poseer conocimientos acerca de la virtud, sino que debemos esforzarnos en dominarla y utilizarla o dar otros pasos que nos hagan buenos.

Aristóteles

## **G. SERVICIOS DE PROCURACION**

La función de procuración suele ser manejada por tres departamentos: compras, inspección y expeditación.

### **G.1 - Compras**

El departamento de compras es responsable de la colocación pronta y económica de pedidos por todo el equipo, materiales y servicios requeridos para construir la planta. Hay básicamente cuatro tipos de compras.

- i.- Equipo diseñado por el proveedor. Esto incluye equipo en existencia o de diseño estándar, como bombas. Así como equipo diseñado para el caso, como cambiadores de calor.
- ii.- Equipo proyectado por el contratista, como recipientes o tanques.
- iii.- Materiales comprados por cantidades, como tuberías, cable, acero estructural, concreto, etc.
- iv.- Servicios tales como los de un consultor o subcontratista. Esto incluirá órdenes o contratos a un consultor de suelos o a un subcontratista eléctrico, por ejemplo.

El departamento de compras suele organizarse de uno de los tres modos siguientes: comprando por proyectos, comprando por tipo de materiales o por ambos sistemas.

Cuando se compra por proyecto hay un grupo de compradores asignados exclusivamente a un determinado proyecto. Con el segundo sistema, el contratista puede tener varios compradores diferentes comprando equipo similar de los mismos suministradores y al mismo tiempo, pero para proyectos diferentes. La ventaja del primer sistema consiste en que el grupo asignado a un proyecto está completamente familiarizado con su totalidad y puede trabajar en coordinación estrecha con el Gerente y con el Ingeniero del proyecto.

Con el sistema de compra por tipo de materiales, todas las compras se hacen por especialistas, cada uno de los cuales se

concentra en un tipo particular de equipo o material. Un comprador o grupo de compradores, por ejemplo, comprará todo el acero estructural. Otro grupo, todos los materiales de tuberías. Otro más, el equipo mecánico, y así sucesivamente. La ventaja de este sistema está en que los mismos compradores están tratando con los mismos proveedores en un campo especializado particular. Estos compradores, muchos de los cuales son Ingenieros especialistas es su campo. Conocen los problemas, las prácticas y los proveedores. La desventaja de esta disposición está en que los compradores no están familiarizados con todo el proyecto y algunos de sus problemas globales. Además, el Gerente del proyecto y el Ingeniero del mismo no tienen el control directo que tendrían con un grupo de procuración para proyectos específicos.

En el uso de ambos sistemas simultáneamente en cada proyecto, se compran los equipos diseñados específicamente para el mismo, por los compradores asignados. Y los materiales estándar por los compradores del Departamento Central de compras, obteniéndose de esta manera las ventajas de ambos sistemas.

Sin que importe el sistema, al recibirse de Ingeniería listas de materiales (Requisición de Compra), el departamento de compras envía a los proveedores seleccionados de una lista recomendada, solicitudes de cotización de precios.

Recibidas las cotizaciones, estas se evalúan, se hace una tabulación de ofertas y se presenta una recomendación al gerente del proyecto y al cliente. Para evaluar las ofertas, el Departamento de Ingeniería elabora tablas comparativas evaluando técnicamente a cada proveedor y dando una recomendación técnica de los mismos. El departamento de compras hace otra comercial evaluando precio y escalación, entrega, términos de pago y garantías. Se pondrá especial atención a las condiciones propuestas por el proveedor o subcontratista que no estaban incluidas en la solicitud. Por ejemplo, un proveedor puede decir que su precio se basa en que se le permita importar ciertos componentes. Un proveedor de calentadores puede expresar que su precio está sujeto a escalación, de modo que si el costo de sus materiales o mano de obra sube, también subirá su precio al contratista.

Después de la aprobación, se emite una orden de compra al proveedor seleccionado. Más tarde, si resultasen cambios, se emitirán suplementos que se agregan a la orden de compra original. Estas, por supuesto, deben limitarse todo lo posible. Puesto que de 50% a 75% del costo total de una planta de proceso puede estar compuesto de equipo, materiales y servicios comprados a fuentes externas; comprar con economía tiene un tremendo efecto sobre el

resultado financiero de cualquier proyecto. Es evidente además que, no importa lo bien que se haya diseñado una planta, ella sólo será tan buena como el equipo y los materiales de que se construya. Más aún, el avance de la Ingeniería en la mayoría de los proyectos está controlado por las fechas en que se reciben los dibujos de los proveedores; y la terminación del trabajo de construcción frecuentemente está determinada por la recepción en el campo de los materiales y el equipo. Por tanto, comprar bien, para asegurar el precio más bajo, buena calidad y la entrega cuando se requiere, tiene importancia primordial en el éxito de cualquier proyecto.

### G.2.- Inspección.

En la actualidad, con el desarrollo de nuevos y exóticos materiales y métodos de fabricación, es particularmente importante el servicio de inspección del Ingeniero Contratista o cliente. La finalidad del departamento de inspección es comprobar la calidad del trabajo del proveedor para asegurar que el equipo y materiales que se suministren, estén de acuerdo con las especificaciones y listas de material. Los materiales inapropiados o la mala fabricación, si no se descubren en el taller del abastecedor, pueden ocasionar serias demoras durante la construcción, o gastos de paros durante el arranque u operación de la unidad. El alcance de la inspección realizada depende de muchas condiciones, tales como:

- i.- Prácticas, control de calidad y reputación del proveedor.
- ii.- Códigos establecidos.
- iii.- Experiencia del contratista con el proveedor.
- iv.- Experiencia del proveedor en suministrar este tipo de equipo y material.
- v.- Lo crítico que sea una determinada pieza de equipo para la operación de la planta.
- vi.- Si la falla del equipo podría dar por resultado pérdida de vida o propiedad.
- vii.- Si se están usando por primera vez nuevos materiales o métodos.
- viii.- La ubicación de la planta.



Por supuesto que no es práctico revisarlo todo, y la inspección del contratista será, según el caso, de inspección de áreas críticas, a la inspección completa, en detalle y con comprobación.

Al principio de cada nuevo proyecto, y posteriormente cuando se han colocado los pedidos por los equipos, el personal de la gerencia de proyectos y el inspector en jefe examinan y establecen las directrices generales para la inspección, en ese determinado proyecto.

### G.3.- Expeditación.

El grupo de expeditación puede ser un departamento separado, parte del de compras, o estar combinado con el departamento de inspección; cualquiera que sea su organización, el personal de expeditación sigue de cerca el avance de la Ingeniería y fabricación de equipo del proveedor desde el momento en que se coloca el pedido hasta que el equipo es aceptado en el sitio de la obra. Poco después de emitirse la orden de compra, un expeditador se pone en contacto con el proveedor para confirmar las fechas de entrega, las fechas de emisión de dibujos, copias de las órdenes del proveedor a los subastecedores y obtener un programa de trabajo. La situación exacta de la fabricación y de los materiales es comprobada periódicamente por teléfono, carta o visita a la fábrica. A veces esta información es obtenida por inspectores que visitan los talleres para presentar pruebas o inspeccionar materiales. Es responsabilidad del departamento de expeditación anticiparse a posibles demoras y ayudar a los proveedores a resolver problemas, así como verificar que el proveedor esté procediendo a procesar la orden conforme a lo prometido. La gente de expeditación comprueba también que la información pedida por el proveedor al Ingeniero Contratista sea suministrada oportunamente. El departamento de expeditación prepara un informe que muestra las entregas prometidas. Estos informes son examinados por la gente de programación y por el personal de la gerencia del proyecto. En caso de que la información del proveedor sobre las entregas programadas no se realizarán, el comprador que colocó la orden de compra ayudará a la gente de expeditación a corregir el problema de la entrega.

### DEPARTAMENTO DE TRAFICO.

Este departamento se encarga del traslado del equipo o material desde el lugar donde lo suministre el fabricante hasta

la obra. Se encarga de la contratación de fletes, grúas y todos los dispositivos necesarios para sacar el equipo o material del taller del proveedor y llevarlo al lugar de la obra. Este departamento puede formar parte de la Firma de Ingeniería o del Cliente de acuerdo con el alcance cubierto en el contrato.

**H. - INGENIERIA DE COSTOS**

## **h - ESTIMADO DE INVERSION**

### **h.1 - INTRODUCCION**

En el capítulo II se trataron algunos aspectos generales de las estimaciones de costos de un proyecto, orientados a la presentación de los diferentes tipos de éstas y sus propósitos. El desarrollo de este tema está encaminado a la presentación y ejemplificación de procedimientos de cálculo de los elementos de costo de un proyecto en una estimación detallada, contando para ello con la Ingeniería Básica y las bases de Ingeniería de Detalle de nuestro proyecto de almacenamiento de amoniaco.

El Ingeniero de Costos es responsable de un pronóstico en el cual intervienen una multitud de variables (inflación, fenómenos naturales, errores de diseño, estrategias de ejecución del proyecto, errores humanos, políticas económicas del país, etc.) y como tal, su pronóstico representa un rango de costo, con la mayor probabilidad de ubicación de la inversión del proyecto. Obviamente este rango estará determinado por la cantidad y, sobre todo, calidad de la información disponible.

Su responsabilidad estriba en aportar toda su experiencia en la interpretación de la información, en la aplicación de los criterios técnico-económicos más apropiados de acuerdo con los objetivos del proyecto, en el sondeo constante de las tendencias inflacionarias y políticas socio-económicas del país, en la revisión y actualización permanente de su pronóstico inicial para detectar en el momento oportuno cualquier variación significativa que conduzca a la búsqueda del parámetro fuera de control con la finalidad de corregirlo y volver al curso normal, o cuando menos aminorar el efecto del mismo.

Es por ello que la estimación de costos además de ser un factor en el análisis financiero de la rentabilidad de un proyecto, es el parámetro indispensable para controlar el costo durante la ejecución del mismo. Sin embargo, para que éste sea válido, necesita ser dinámico ya que las variables que lo afectan son de igual naturaleza, debiéndose revisar periódicamente y actualizar en el caso de que el impacto provocado por las mismas afecte significativamente el pronóstico planteado.

## **h.2 - GLOSARIO DE TERMINOS**

La Ingeniería de Costos, al igual que otras disciplinas, cuenta con una terminología propia, la comprensión de los conceptos manejados en el desarrollo de una estimación de costos es esencial para su entendimiento.

A continuación se definen algunos de los términos más utilizados en la preparación de un estimado.

**BASES PARA LA ESTIMACION DE COSTOS.-** Son consideraciones que hace el Ingeniero de Costos o criterios que utiliza para soportar la estimación, tales como costos de materiales, tabuladores de renta de maquinaria, rendimientos de mano de obra en construcción, factores de corrección, etc.

**CONTINGENCIAS.-** Provisiones de dinero que se asignan en el estimado de costos de un proyecto cuya finalidad es cubrir aspectos no estimados directamente, los cuales son imprevisibles y de los que se sabe por experiencia, cuentan con una alta probabilidad estadística de ocurrencia a pesar de contar con un alcance definido, y los cuales se presentan por la aparición de múltiples factores de incertidumbre (sociales, económicos, políticos, del medio ambiente, etc.) que son imposibles de detectar en el momento de preparación de una estimación de costos.

Las contingencias se asignan en función de la calidad de información con la que se cuenta, con la preparación del estimador, la experiencia y los riesgos que se decidan tomar a nivel gerencial para el cumplimiento del monto de inversión estimado para el proyecto.

**CONTRATISTA.-** Compañía o grupo de Compañías a las cuales se les asigna la ejecución física de las instalaciones planteadas por el proyecto.

**COSTO DE MANO DE OBRA.-** Costo ponderado de un grupo de trabajadores de la construcción (cuadrilla) asignados al desarrollo de una actividad específica (montaje de equipo, instalaciones eléctricas, instalación de tuberías, actividades de obra civil, etc.) calculado en función de su salario y tiempo de participación en la actividad, y el cual es usualmente reportado en pesos por hora hombre.

**COSTOS DE CONSTRUCCION.-** Es el conjunto de todos los costos directos e indirectos involucrados en la conversión de un plan, en un conjunto de instalaciones listas para su operación.

Es decir, la suma de los costos de mano de obra de construcción, supervisión y administración en campo, herramientas y maquinarias para construcción, oficinas de campo, gastos de oficina de campo y los costos de los materiales adquiridos en zonas próximas a la obra.

**COSTOS DIRECTOS.**- Representan todos los costos (equipo, materiales y mano de obra) directamente involucrados en la construcción física de una instalación permanente.

**COSTOS INDIRECTOS.**- Representan todos los costos que no se convierten en parte final de la instalación, pero que son requeridos para su consecución (supervisión, herramienta y maquinaria para construcción, etc.)

**ESTIMADO DE INVERSION.**- Es el cálculo de todos los elementos de costo que intervienen en la ejecución de un proyecto.

**FACTORES DE CORRECCION DE COSTOS.**- Son cantidades de dinero asignadas en una estimación de costos para cubrir elementos del proyecto que son identificables y previsibles y para los cuales el alcance no ha sido completamente definido, por encontrarse el proyecto en sus primeras etapas de desarrollo a la hora de preparación del estimado.

Estas partidas son aplicadas por el Ingeniero de Costos en la preparación del estimado disponible.

Algunos de estos factores son:

- a) **FACTOR DE CRECIMIENTO DE MATERIALES.**- Cuya finalidad es cubrir la totalidad de los materiales requeridos por el proyecto por contar con cuantificaciones de materiales preliminares en el momento de preparación del estimado.
- b) **FACTOR POR DISEÑO NO DESARROLLADO.**- Cuya finalidad es cubrir los probables cambios en diseño por no contar aun con el diseño definitivo de las instalaciones en el momento de preparación del estimado.
- c) **RENDIMIENOS DE MANO DE OBRA PARA CONSTRUCCION.**- Cuya finalidad es cubrir problemas previsibles como: consecución de la obra especializada en la zona de construcción, condiciones climatológicas severas del lugar en que se construirán las instalaciones y que afectarán el rendimiento normal de construcción, etc.

d) **FACTOR INFLACIONARIO.**- Cociente resultante de la división del costo futuro de un elemento del proyecto (calculado con base en un pronóstico y el costo actual del mismo).

$$FI = \$ E \text{ futuro} / \$ E \text{ actual.}$$

e) **INDICE DE COSTOS.**- Factor que relaciona el costo de un elemento en una fecha específica al costo correspondiente del mismo en una fecha arbitrariamente establecida en el pasado.

f) **INFLACION.**- En una estimación de costos se entiende como el aumento generalizado que sufren los precios de los elementos de un proyecto a través del tiempo hasta el momento del pago por su adquisición.

g) **MONTO BASE DE INVERSION.**- Es el costo de referencia surgido de la estimación de costos, alrededor del cual se espera se ubique el costo real del proyecto.

h) **PERSONAL TECNICO ADMINISTRATIVO DEL CONTRATISTA.**- Personal de la Compañía Constructora encargado de la supervisión y control administrativo de la mano de obra directa asignada a la construcción (por ejemplo: superintendente de obra, jefes de área, topógrafo, jefe administrativo, contador, tomador de tiempo, supervisor de seguridad, etc.)

i) **PRECIOS UNITARIOS.**- Es el resultado de la integración de costos de materiales, mano de obra y maquinaria para construcción, así como utilidad e indirectos de la Compañía Constructora, involucrados en la ejecución de una actividad específica de obra. Estos precios pueden ser tomados como base de contratación cuando se desconoce el alcance global de la obra por ejecutar y se presentan como una relación de dinero por unidad de actividad ejecutada (precio por unidad, ejemplo \$/pieza, \$/m, \$/m<sup>2</sup>, \$/m<sup>3</sup>, \$/Kg, \$/ton, etc.)

j) **PREMISAS DE ESTIMACION.**- Son condiciones del proyecto y de su entorno, sobre los que se basa la estimación de costos. Su cumplimiento es condición indispensable para mantener la validez del monto de inversión estimado.

k) **RANGO DE PRECISION.**- Es el rango de probabilidad definido en términos de costo, dentro del cual se espera quede ubicado el costo real del proyecto. Este se establece en función de la incertidumbre general del proyecto y su medio ambiente y se maneja como porcentajes positivos y negativos alrededor del monto base de la estimación. (En resumen se fija en base a la información disponible en el momento de realizar la estimación)

1) RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA EN CONSTRUCCION.- Cociente definido en porcentaje resultante de la relación del tiempo de ejecución obtenido para el desarrollo de una actividad en condiciones específicas (climatológicas, físicas, de disponibilidad de mano de obra especializada, etc.) reales, con respecto al tiempo planteado por un patrón de referencia que bajo condiciones supuestas definidas como óptimas, se establece para la ejecución de la misma actividad.

### h.3 - CATALOGO DE CUENTAS

A diferencia del estimado preparado para la selección de la alternativa más adecuada, partamos de la base de que contamos con la Ingeniería de Detalle, a este nivel, la estimación de costos cumplirá con sus dos funciones básicas, primero corroborará el monto de inversión que servirá como punto de decisión al propietario para continuar o detener el desarrollo del proyecto y, segundo, servirá como parámetro de control de costo durante la ejecución del mismo.

Para servir como parámetro de control es necesario estructurar el monto de inversión global en paquetes de costo específico más accesibles para detectar cualquier variación al pronóstico y la consiguiente búsqueda de las causas que la originan. Esta estructura de desglose se conoce como "catálogo de cuentas". Este término parecería tener mayor relación con la contabilidad del proyecto, sin embargo es de vital importancia ya que la selección de un catálogo de cuentas no dirigido hacia el control de costos del proyecto impedirá identificar los conceptos que causan las variaciones al pronóstico de inversión.

En la figura 1.0 se muestra el catálogo de cuentas que manejaremos para la estructuración del estimado. Cabe decir que la selección de éste estará determinada por diversos factores, políticas contables, procedimientos, tipo de proyecto, método de control, etc.

Como se puede observar contamos con cuatro dígitos que nos permitirán obtener información a diversos niveles, a continuación se describe el alcance de cada concepto hasta el nivel 2 omitiendo la descripción del nivel 3 por resultar obvio su alcance.

Nivel 0 (Cuenta 0000).- Este nivel, denominado Proyecto, representa el monto total de inversión del proyecto y está integrado por todos los conceptos de costo que intervienen en su ejecución.



Nivel 1 (Cuentas 1000, 2000, 3000 y 4000).- Este nivel presenta la agrupación en cuatro grupos principales de los conceptos de costo de acuerdo a la naturaleza de su origen.

**1000 COSTOS DIRECTOS.**- Involucran aquellos conceptos que formarán parte integrante de las instalaciones futuras y que cuentan con una representación física tangible una vez efectuadas. (1100 Equipos, 1200 Materiales, 1300 Mano de obra involucrada en la construcción de las instalaciones; 1400 Obra civil y 1500 Urbanización).

**2000 COSTOS INDIRECTOS.**- Son los conceptos de costo involucrados en la construcción de las instalaciones y que sin formar parte de ellas se erogan para lograr su ejecución. (2100 Ingeniería; 2200 Construcción; 2300 Permisos e impuestos, 2400 Seguros y fianzas y 2500 Fletes.

**3000 COSTOS CORPORATIVOS.**- Representan las erogaciones de carácter interno que realiza la compañía propietaria de las instalaciones para la consecución de las mismas. (3100 Gastos de desarrollo de proyecto; 3200 Servicios soporte; 3300 Regalías y pago de tecnología; 3400 Gastos financieros; 3500 Gastos de entrenamiento del personal operativo y 3600 Gastos de arranque).

**4000 CONTINGENCIAS.**- Son elementos de costo considerados en la estimación de inversión que cubren una probabilidad estadística de la presentación de ciertos conceptos de costos imprevisibles, imposibles de detectar en las etapas preliminares de desarrollo del proyecto. (4100 Contingencias de costos directos; 4200 Contingencias de costos indirectos y 4300 Contingencias de costos corporativos).

## DESCRIPCION DEL CATALOGO DE CUENTAS NIVEL 2

**1100 EQUIPOS.**- Comprende aquellos equipos tanto de proceso como de servicios, tales como: Tanques, reactores, columnas de destilación, cambiadores de calor, bombas, agitadores, quemadores, compresores, filtros, torres de enfriamiento, generadores de vapor, unidades de calentamiento, tableros, transformadores, centros de control de motores, interruptores, arrancadores, motores, bancos de capacitores, etc.; vehículos como pipas, carros tolva, montacargas, carros tanque, trackmóviles, etc; equipos de laboratorio como cromatógrafos, muflas, balanzas, etc; equipos de talleres como prensas, tornos, fresadoras, etc, así como coples, transmisores y en general accesorios para el equipo antes mencionado.

Comprende también lubricantes, refrigerantes, aceites hidráulicos, soportes e instrumentación incluidos dentro del costo de los equipos. Y en los casos en que se facturen dentro del costo de equipo, la instalación, asesoría, supervisión de montaje, fletes, maniobras de descarga y permisos e impuestos de importación.

Quedan excluidos dentro de esta cuenta equipos del sistema contra incendios, así como equipos de radiocomunicación.

**1200 MATERIALES.**— Comprende la instrumentación (válvulas de control, transmisores, interruptores, indicadores, válvulas de seguridad, registradores, etc) y los materiales necesarios para su instalación (conduit, cable, tubing, soportes, etc). Materiales de tuberías (tubo, codos, tes, bridas, coples, niples válvulas, tornillería, empaques, etc).

Ductería, campanas etc. incluyéndose en algunos casos la mano de obra para su instalación cuando está incluida como paquete.

Estructuras metálicas (vigas, perfiles, placa antiderrapante, tubos mecánicos, rejilla, etc) para soportes, racks, plataformas, escaleras, etc. En algunos casos se incluye la mano de obra para su instalación cuando se encuentra incluida como un global con los materiales.

Materiales eléctricos (Conduit, cable, charolas, conduits, sellos, estaciones de botones, contactos, etc.)

Materiales de aislamiento (flejes, barreras etc.) para equipos, tuberías, etc. En algunos casos puede incluirse la mano de obra para la instalación de estos materiales cuando se incluye como costo global.

Pintura, incluyéndose la mano de obra en el caso de manejarse como un costo integrado.

Se excluye de esta cuenta todos los materiales para obra civil, sistema contra incendio, drenajes, alumbrado, sistemas de radiocomunicación y cualquier tipo de mobiliario.

**1300 MANO DE OBRA.**— Comprende la instalación y prueba de todos los equipos, así como los materiales necesarios para su instalación (tornillos, cuñas, laines, etc.), excluyendo la renta de equipo de construcción necesaria para el montaje así como el personal de operación de la misma.

Instalación, prueba, y calibración de instrumentos, así como los materiales necesarios para su instalación (bases, tornillos, material de fijación, etc.)

Instalación y prueba de tuberías y accesorios, así como las excavaciones y acarreo de material sobrante cuando se trate de tuberías subterráneas.

Instalación y prueba del material eléctrico, así como las excavaciones y acarreo de material sobrante cuando la alimentación eléctrica sea subterránea.

Montaje y soportes, estructuras, plataformas y escaleras, siempre y cuando no esté incluido dentro del costo de materiales.

Mano de obra para instalación de ductos, aislamientos y aplicación de pintura, siempre y cuando no esté incluida dentro del costo de materiales.

Pruebas especiales como radiografiado, ultrasonido, halógeno, etc.

La mano de obra involucrada en las pruebas de sistemas (pruebas de conjuntos de equipos, instrumentación, tuberías y eléctricos previas al arranque).

La mano de obra involucrada en las reparaciones y modificaciones en los sistemas e instalaciones, como consecuencia de la fallas presentadas en las pruebas de sistemas.

Se excluye de esta cuenta la renta de maquinaria para construcción así como el personal de operación de la misma, la renta de herramientas para construcción, la obra civil, la mano de obra por concepto de sistema contra incendio, drenajes, alumbrado, sistemas de radiocomunicación e instalación de mobiliario.

1400 OBRA CIVIL.- Incluyen materiales (cemento, acero de refuerzo, material de relleno, cimbra, etc.). Mano de obra y equipo de construcción (retroexcavadoras, traxcavo, camiones de volteo, bombas, revolventoras, compactadoras, aplanadoras, etc.), así como materiales consumibles (estacas, cal, diesel, etc) cuando se manejan como un paquete global con materiales y mano de obra, para conceptos como cimentaciones de equipo, cimentaciones de racks, estructuras y soportes, edificios de proceso y de servicios y drenajes interiores, pudiendo excluirse instalación eléctrica, hidráulica y sanitaria para el tipo de edificios antes mencionados.

Se excluyen de esta cuenta movimientos de tierra, edificios auxiliares (oficinas administrativas, baños, comedor, talleres, laboratorios, etc.). pilotes, drenajes exteriores, patios, caminos, cercas y espuelas de ferrocarril.

**1500 URBANIZACION.-** Comprende conceptos para sistema contra incendios tales como: equipo (bombas, tableros, hidrantes, monitores, alarmas, etc.), instrumentación (válvulas de seguridad, interruptores, detectores de flama, etc.), tuberías y accesorios, así como las excavaciones y acarreo de material producto de excavación para tubería subterránea, material eléctrico, pintura, así como la mano de obra involucrada por estos conceptos (instalación y pruebas), e incluye lo siguiente:

**MOVIMIENTOS DE TIERRA.-** (despalme, relleno, nivelación, compactación, acarreo de material sobrante, material de banco, etc.), materiales, mano de obra, la renta de equipo para construcción así como el personal de operación del mismo.

**TERRENO.-** Comprende el costo del mismo así como escrituras y gastos de compra.

**EDIFICIOS AUXILIARES.-** oficinas, laboratorios, baños, comedor, talleres, etc. tanto materiales como mano de obra, equipo de construcción y operación del mismo, incluyéndose también la instalación eléctrica, hidráulica y sanitaria y drenajes internos de edificios (materiales y mano de obra).

**DRENAJES EXTERIORES.-** Son los drenajes que van fuera de los edificios, comprendiendo excavaciones, cunetas, protección de taludes, tuberías de concreto y asbesto cemento, relleno y compactación, fosas sépticas, fosas de sedimentación, campos de oxidación, registros, trampas de grasas, etc. tanto materiales como la mano de obra necesaria para su instalación.

**PATIOS, CAMINOS Y CERCAS.-** Comprende el material, la mano de obra necesaria, la maquinaria de construcción así como el personal de operación para la construcción de calles, zonas de desaceleración, pavimentos y recubrimientos, estacionamientos, patios, barda perimetral, cercas de alambre, puertas de acceso, taludes, banquetas, guarniciones, etc.

**VIAS DE FERROCARRIL.-** Comprende el material, mano de obra y maquinaria necesaria para la construcción de espuelas de ferrocarril incluyendo terracerías, durmientes, vías y estructuras necesarias para su desarrollo.

**PILOTES.-** Incluye los materiales y mano de obra necesarios para su construcción, así como el equipo necesario para su colocación personal de operación del mismo.

**ALUMBRADO EXTERIOR.-** Esta cuenta comprende postes, luminarias, material eléctrico, así como la mano de obra involucrada para su

instalación; en el caso de alimentación subterránea se incluye la obra civil asociada.

**MOBILIARIO DE OFICINAS.-** Comprende el mobiliario y equipo necesario para el funcionamiento de cualquier oficina (escritorios, sillas, archiveros, libreros, mesas de trabajo, máquinas de escribir, máquinas calculadoras, etc.).

## **2000 COSTOS INDIRECTOS**

**2100 INGENIERIA.-** Incluye los costos relacionados con el desarrollo de la Ingeniería (Ingeniería básica, Ingeniería de detalle, Estudios especiales, etc.), realizada por grupos externos a la corporación. De esta manera tanto el pago de los sueldos de los especialistas asignados para su desarrollo, los indirectos de la Firma de Ingeniería (gastos de oficina central, utilidad, prestaciones, etc.). los gastos reembolsables involucrados (papelaría, copias, servicios de mensajería, kilometraje, viáticos, etc.) quedan englobados en esta cuenta.

Dentro de esta cuenta cae también la Ingeniería desarrollada en campo (actualización de planos, ajustes de diseños para construcción, etc.) y todo tipo de asesoría y estudios técnicos (estudios geohidrológicos, topográficos, de resistividad eléctrica, etc.), incluyendo, por supuesto, los gastos reembolsables involucrados.

**2200 CONSTRUCCION.-** Comprende aquellos conceptos relacionados propiamente con la construcción, que pueden resumirse en:

- Personal técnico administrativo del contratista (superintendente y supervisores de construcción, jefe administrativo, contadores, secretarías, almacenistas, tomadores de tiempo, enfermeras, técnicos de higiene y seguridad, choferes, vigilantes, topógrafos, etc.), tanto el pago de sus sueldos, como los costos indirectos de la firma contratista, utilidad, prestaciones, y reembolsables involucrados (ropa de seguridad, renta de mobiliaria de oficina, viáticos, etc.)
- La renta del equipo para construcción (gruas, revolventoras, motoconformadoras, pick-ups, camiones hiabs, traxcavos, camiones de volteo, compresores, bombas, máquinas soldadoras, etc.) así como el personal de operación, siempre y cuando no se encuentren incluidos dentro del costo global de una cuenta de costos directos.
- Los gastos por servicios temporales involucrados en el desarrollo de la construcción como pagos por contratación de energía eléctrica provisional, pagos de agua, teléfono, luz, aseo, limpieza, etc.

- Las instalaciones provisionales que se requieran para construcción, tanto los materiales, como la mano de obra generada para su montaje y desmontaje (casetas, almacén, baños para personal de construcción, comedor, fosas para suministro de agua, cercas provisionales, estantería, subestación provisional, cableado, interruptores, contactos, postes, etc.).
- La renta de herramientas menores para construcción incluye conceptos como: taladros, esmeriles, pulidoras, dobladoras, poli-pastos, llaves, equipos de soldaduras oxiacetileno, etc. que son indispensables en construcción y que generalmente proporciona el contratista sobre una base de arrendamiento. Cabe aclarar que esta cuenta no incluye la herramienta indispensable de cada trabajador (desarmadores, pinzas, regletas, niveles, etc.) incluida en la caja personal de herramientas, y cargada dentro del costo de mano de obra.

### **2300.- PERMISOS E IMPUESTOS**

**PERMISOS DE IMPORTACION.-** Incluye los cargos por permisos de importación fijados por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial con base a las leyes arancelarias del País.

Gastos derivados de la importación, como almacenaje en frontera, maniobra de carga, descarga, honorarios de peritos aduanales, etc.

**PERMISOS DE CONSTRUCCION.-** Licencia de construcción (SAHOP), licencia sanitaria (SSA), aprobación del proyecto eléctrico (SECOM-DGE), etc.

**PERMISOS VARIOS.-** Tales como: Solicitud de perforación de pozos (SARH), permisos para recipientes a presión (STPS), solicitud de descarga de aguas residuales (SARH), permiso de operación de base radiotransmisora (SAHOP), etc., impuestos federales e impuestos estatales de construcción.

**2400 SEGUROS Y FIANZAS.-** Comprende todos aquellos seguros contraídos por el proyecto para proteger las inversiones efectuadas, tanto a nivel global por medio del seguro general del proyecto como a nivel particular mediante seguros específicos tales como fletes de equipo y materiales, etc. así mismo incluye las fianzas tramitadas para el buen uso de anticipos, el cumplimiento del desarrollo de los servicios contratados, etc.

**2500 FLETES.-** Comprende las erogaciones por concepto de fletes de equipo, instrumentación, tuberías eléctricas, estructuras, mobiliario, etc. en los casos en que los equipos ó materiales son facturados con el flete incluido estos pueden ser considerados en la cuenta 1100 Equipos ó 1200 Materiales.

### **3000 COSTOS CORPORATIVOS**

**3100 GASTOS DE DESARROLLO DEL PROYECTO.**- Incluye los salarios del personal corporativo de la compañía propietaria, asignado a la supervisión y administración del proyecto, así como los gastos del mismo durante el desarrollo del proyecto como viajes, hospedaje, pasajes, alimentos, kilometrajes, gastos de representación, etc. también comprende los gastos necesarios para el funcionamiento de este grupo, tales como: papelería, copias, accesorios de escritorio, fotografías, ropa de trabajo, implementos de seguridad, etc.

**3200 SERVICIOS SOPORTE.**- Comprende los cargos del personal corporativo de la compañía propietaria, que sin estar directamente asignado al desarrollo del proyecto desempeña funciones específicas de soporte (computación, informática, técnico, legal, etc.), estos cargos comprenden la nómina y gastos derivados del desempeño de dichas funciones.

**3300 COMPRA DE TECNOLOGIA.**- Comprende el pago por adquisición de tecnología, contrato tecnológico y gastos derivados de esta contratación.

**3400 GASTOS FINANCIEROS.**- Incluye las erogaciones efectuadas por concepto de tramitación del contrato de financiamiento, así como los gastos derivados para su consecución.

**3500 GASTOS DE ENTRENAMIENTO PERSONAL DE OPERACION.**- Cubre los gastos derivados de la contratación del personal de operación (anuncios en periódicos, personal asignado para entrevistas, examen de contratación, etc.) así como los relacionados al entrenamiento del mismo (manuales, procedimientos, nómina durante la etapa de entrenamiento, etc.).

**3600 GASTOS DE ARRANQUE.**- Comprende todos aquellos gastos involucrados en el arranque, como el material y mano de obra necesarios para la limpieza de equipo y en general de todas las instalaciones, de tal manera que se encuentren en condiciones de empezar a producir.

La adquisición de todos los materiales y herramientas menores requeridas para el arranque (llaves, pinzas, martillos, limas, gas, soldaduras, cinta teflón, etc.), personal de soporte asignado al arranque, producto fuera de especificación no vendible, materias primas utilizadas en la etapa de arranque, etc.

4000 CONTINGENCIAS.- Son provisiones de dinero que se asignan a cada nivel de costo para cubrir aspectos no estimados directamente, los cuales son imprevisibles y que cuentan con una alta probabilidad estadística de aparecer (aumentos de precios imprevistos, retrasos en construcción, reparaciones, deficiencias en diseño, problemas laborales, etc.)

El catálogo de cuentas antes descrito es una muestra de lo que esta estructura de agrupación de los elementos de costo de un proyecto puede llegar a ser. Cabe agregar que no es la mejor, ni la única, y que en función de las necesidades específicas de cada proyecto (en particular encaminadas al control del mismo) deberá ser planteado.



**FIG.1 CATALOGO DE CUENTAS**

NIVEL 0	NIVEL 1	NIVEL 2
		1100 Equipos
		1200 Materiales
	1000 Costos Directos	1300 Mano de Obra
		1400 Obra Civil
		1500 Urbanización
		2100 Ingeniería
		2200 Construcción
	2000 Costos	2300 Permisos e Impuestos
		2400 Seguros y Fianzas
		2500 Fletes
0000 Proyecto		3100 Gastos de Desarrollo del Proyecto
		3200 Servicios Soporte
		3300 Regalías y Pago de Tecnología
	3000 Costos Corporativos	3400 Gastos Financieros
		3500 Gastos de Entrenamiento Personal de Operación
		3600 Gastos de Arranque

	4100 Contingencias Costos Directos
4000 Contingencias	4200 Contingencias Costos Indirectos
	4300 Contingencias Costos Corporativos

Que desglosando quedarían:

Nivel 1.- Costos Directos (1000)

Nivel 2.- 1100 Equipos

Nivel 3.- 1105 Recipiente

1110 Cambiadores de Calor

1115 Compresores

1120 Bombas

1125 Equipo Eléctrico

1130 Misceláneos

Nivel 2.- 1200 Materiales

1205 Instrumentos

1210 Tuberías y ductos

1215 Eléctricos

1220 Estructuras, plataformas y soportes

1225 Aislamiento

1230 Pintura

Nivel 2.- 1300 Mano de Obra

- Nivel 3.- 1305 Instalación y Prueba de Equipos
  - 1310 Instalación, Prueba y Calibración de Instrumentos
  - 1315 Instalación y Prueba de Tuberías
  - 1320 Instalación y Prueba de Materiales eléctricos
  - 1325 Instalación de Estructuras, Plataformas y Soportes
  - 1330 Instalación de Aislamiento
  - 1335 Pinturas
  - 1340 Pruebas Especiales
  - 1345 Pruebas de Sistemas
  - 1350 Reparaciones, Relocalizaciones y Desmantelamientos
- Nivel 2.- 1400 Obra Civil
- Nivel 3.- 1405 Cimentaciones de Equipo
  - 1410 Cimentaciones de Estructuras y Soportes
  - 1415 Edificios
  - 1420 Drenajes
- Nivel 2.- 1500 Urbanización
- Nivel 3.- 1505 Sistema Contra Incendios
  - 1510 Movimiento de Tierra
  - 1515 Terreno
  - 1520 Edificios Auxiliares
  - 1525 Drenajes Exteriores
  - 1530 Patios, Caminos y Cercas
  - 1535 Vías de ferrocarril
  - 1540 Pilotes
  - 1545 Alumbrado Exterior
  - 1550 Mobiliario de Oficinas
  - 1555 Equipo de Comunicación.

Nivel 1.- COSTOS INDIRECTOS (2000)

Nivel 2.- 2100 Ingeniería

Nivel 3.- 2105 Ingeniería Básica

2110 Ingeniería de Detalle

2115 Ingeniería de Campo

2120 Asesoría de Especialistas Técnicos

Nivel 2.- 2200 Construcción

Nivel 3.- 2205 Personal Técnico Administrativo del Contratista

2210 Reembolsables de Contratista

2215 Renta de Equipo para Construcción

2220 Instalaciones Provisionales

2225 Gastos por Servicios Temporales

2230 Renta de Herramientas para Construcción

Nivel 2.- 2300 Permisos e Impuestos

Nivel 3.- 2305 Permisos de Importación

2310 Gastos Derivados de Importación

2315 Permisos de Construcción

2320 Permisos Varios

2325 Impuestos Federales

2330 Impuestos Estatales

Nivel 2.- 2400 Seguros y Fianzas

Nivel 3.- 2405 Seguro General del Proyecto  
2410 Seguros Varios  
2415 Fianzas sobre Adquisición de Equipos y Materiales  
2420 Fianzas Varias

Nivel 2.- 2500 Fletes

Nivel 3.- 2505 Fletes de Equipo  
2510 Fletes de Material  
2515 Fletes de Mobiliario

Nivel 1.- COSTOS corporativos (3000)

Nivel 2.- 3100 Gastos de Desarrollo de Proyecto

Nivel 3.- 3105 Nómina del Personal Asignado al Proyecto  
3110 Gastos del Personal Asignado al Proyecto  
3115 Gastos de Funcionamiento

Nivel 2.- 3300 Compra de Tecnología  
3305 Contrato Tecnológico  
3310 Gastos por Contratación  
3315 Varios

Nivel 2.- 3400 Gastos Financieros  
3405 Contrato Financiero  
3410 Gastos por Contratación  
3415 Varios

Nivel 2.- 3500 Gastos de Entrenamiento Personal de Operación  
3505 Gastos de Contratación  
3510 Cursos y Seminarios  
3515 Varios

Nivel 2.- 3600 Gastos de Arranque  
3605 Materiales de Consumo  
3610 Personal Soporte  
3615 Producto fuera de Especificaciones  
3620 Materia Prima  
3625 Varios

Nivel 1.- CONTINGENCIAS

Nivel 2.- 4100 Contingencias de Costos Directos

Nivel 3.- 4110 Contingencias de Equipo  
4120 Contingencias de Materiales  
4130 Contingencias de Mano de Obra  
4140 Contingencias de Obra Civil  
4150 Contingencias de Urbanización

Nivel 2.- 4200 Contingencias de Costos Indirectos

Nivel 3.- 4210 Contingencias de Ingeniería  
4220 Contingencias de Construcción  
4230 Contingencias de Permisos e Impuestos

4240 Contingencias de Seguros y Fianzas

4250 Contingencias de Fletes

Nivel 2.- 4300 Contingencias de Costos corporativos

Nivel 3.- 4310 Contingencias de Gastos de Desarrollo de Proyecto

4320 Contingencias de Servicios Soporte

4330 Contingencias de Regalías y Pago de Tecnología

4340 Contingencias de Gastos Financieros

4350 Contingencias de Gastos de Entrenamiento

4360 Contingencias de Arranque

#### **h.4.- PROCEDIMIENTO DE ESTIMACION DE COSTOS**

Después de haber presentado un glosario de términos que nos permitirá hablar un lenguaje común y un catálogo de cuentas para la agrupación de los elementos de costo que intervienen en la ejecución de un proyecto, procederemos a describir y ejemplificar algunos métodos de estimación de costo de los elementos que integran un proyecto apoyándonos en la estructura del catálogo de cuentas a nivel 2.

##### **1000 COSTOS DIRECTOS.**

**1100 EQUIPOS.-** Durante el desarrollo de la Ingeniería de Detalle se obtienen especificaciones del equipo involucrado en el proceso, éstas son enviadas al departamento de procuración quien selecciona entre su cartera de proveedores a los posibles concursantes de los cuales solicitará una cotización. Es muy importante que las especificaciones de equipo sean lo más completas posibles, además de contar con las condiciones de diseño y operación en el caso de que se le deje al proveedor la selección de un equipo de línea. Muchas veces es necesario que el especialista técnico que preparó la especificación proceda a aclarar las dudas de proveedores o les proporcione información adicional. Esto nos garantizará que los proveedores coticen el equipo, o cuando menos la mejor opción, al equipo solicitado. Para un estimado de costos detallado son las cotizaciones la mejor opción del costo de equipo pues representa un sondeo actualizado en el mercado del costo del mismo, aunque cabe aclarar que no es la única opción y que en ocasiones, sobre todo por limitaciones de tiempo, el Ingeniero de Costos, habrá de recurrir a su banco de datos para calcular costos.

Una cotización es un documento que además de contener el costo del equipo posee información muy valiosa para la misma preparación del estimado y para efectos de programación. En la fig. 2 se muestra un ejemplo de una cotización para nuestros condensadores de amoníaco, comentándose a continuación la información adicional al costo que es de importancia para el Ingeniero de Costos.

**-Fecha de edición y validez de la oferta.-** En los tiempos actuales la vigencia de validez de la oferta planteada por una cotización se ve cada vez más reducida por las condiciones inestables de la economía del país, es por ello que cobra especial importancia el ubicar en el tiempo el costo de un equipo para la preparación del estimado. "LOS COSTOS QUE ANALIZAMOS HOY PROBABLEMENTE SON LOS DE AYER Y SERAN APENAS LOS DE FABRICACION DE MAÑANA".

**-Especificaciones del equipo ofrecido.-** Es necesario verificar que



las especificaciones del equipo propuesto cumplan con las especificaciones generadas en el diseño para garantizar que las condiciones de operación del equipo sean cumplidas. Es el especialista en diseño quien verifica estas especificaciones ya que en ocasiones por tratarse de equipo de línea pudiese diferir, siendo responsabilidad del mismo el evaluar si el equipo ofrecido pone en riesgo las condiciones de operación del proceso.

-Lugar de entrega de equipo.- Es de importancia para el Ingeniero de Costos el determinar el lugar de entrega de equipo para adicionar al estimado de costos el flete de mismo en caso de ser necesario.

-Condiciones de pago.- Este punto en una cotización estipula la forma de pago del equipo por adquirir y cobra especial importancia en la planeación del proyecto para efectuar un programa de erogaciones.

-Tiempo de entrega del equipo.- Esta información permitirá considerar en el programa de construcción la fecha de recepción del equipo y programar otras actividades de construcción encaminadas a eficientar la misma, en algunos casos el tiempo de entrega de equipo se convierte en un parámetro decisivo de selección del proveedor cuando el tiempo es limitante en la ejecución del proyecto.

-Cláusulas de escalación.- Dada la situación económica del país esta información se presenta con más frecuencia en una cotización. En la actualidad resulta imposible para un proveedor garantizar que el costo de un equipo permanecerá vigente por un periodo largo de tiempo o inclusive para el mes siguiente, es por ello que en la cotización se describen los elementos (materiales nacionales, materiales de importación, mano de obra, etc.) que integran el costo del equipo, especificándose que cualquier aumento en el costo de los mismos ocasionará un incremento proporcional en el precio del equipo. En ocasiones se presenta una fórmula de escalación en la que se plantean los elementos de costo involucrados y la fracción de participación en la integración del costo del equipo, asociada con índices o costos base para cada elemento a la fecha de edición de la cotización; de tal manera que al pasar del tiempo se pueda identificar la variación de estos índices o costos y por consiguiente la variación del costo del equipo. Cabe agregar que los índices o costos seleccionados deberán tener validez o reconocimiento oficial, con la finalidad de evitar discrepancias en su escalación.

Una vez recibidas varias cotizaciones para un equipo, el

departamento de procuración prepara una tabla comparativa para analizar las condiciones ofrecidas, cabe indicar que la selección se fundamenta en el análisis de varios parámetros (cumplimiento de las especificaciones de diseño, costo, tiempo de entrega, condiciones de pago, lugar de entrega, confiabilidad del proveedor medida en experiencias anteriores, etc.)

En aquellos casos en que la selección del proveedor ocurra antes que la preparación de la estimación, el costo del equipo que aparecerá en el estimado será el del proveedor seleccionado, en caso de que la estimación se efectúe antes de la selección del proveedor el Ingeniero de Costos aplicará su juicio fundamentado en su experiencia y por lo general seleccionará el costo del equipo de la cotización que cumpla con las especificaciones técnicas planteadas y que presente un costo dentro del rango promedio superior del conjunto de cotizaciones. Existen otros elementos que en una estimación se incluyen dentro del costo del equipo:

- a) Permisos, impuestos y gastos de importación, el costo está en función del tipo de equipo y de la leyes fiscales de importación del país, su cálculo requiere de la experiencia y documentación de estos costos en relación al costo del equipo importado. Generalmente es manejado como un factor del costo del equipo, que pretende cubrir los derechos derivados del permiso de importación, los impuestos de importación, los gastos aduanales involucrados como: Maniobras de carga y descarga en fronteras, almacenajes en frontera y horarios y gastos del perito aduanal.
- b) Fletes de equipo.- El cálculo de costo para este concepto suele manejarse como un factor aplicado al costo del equipo o bien por el cálculo estimativo del número de viajes necesarios para trasladar el equipo de la planta del proveedor o frontera (en caso de importación) al lugar de la obra, y la posterior aplicación de tarifas de transportación en función del peso y distancia recorrida.

Durante el desarrollo de esta descripción de la metodología de estimación de costos de un proyecto se hará mención de la aplicación de diversos factores para el cálculo de costo de determinado elemento, sin que esto signifique que la obtención de esos factores tenga una procedencia mágica. Dichos factores se fundamentan en la documentación estadística resultante de la ejecución de un número considerable de proyectos y su precisión dependerá, por supuesto, de la calidad y riqueza de la información documentada.

Dichos factores representan para el Ingeniero de Costos una herramienta invaluable que le permitirá ahorrar tiempo en la preparación de un estimado.

## 1200 MATERIALES

**-INSTRUMENTOS.-** La estimación del costo de los instrumentos del proyecto sigue los mismos lineamientos que la determinación de costo del equipo. Lo más recomendable es la cotización de los mismos en base a las especificaciones generadas en el diseño, aunque el Ingeniero de Costos cuenta con la opción de recurrir a su banco de datos, generalmente integrado por costos de instrumentos obtenidos (cotizaciones o facturas) de proyectos anteriores, a los cuales aplica un factor de escalación para obtener costos aproximados a la fecha de elaboración de la estimación.

Esta cuenta incluye también los materiales asociados en la transmisión de la señal para la operación de los mismos (cable, tubo conduit, tubing, tubería, etc.). La estimación de su costo se basa en la cuantificación ("Cubicación") de los mismos y la posterior aplicación de los costos obtenidos de listas de precios de proveedores de dicho material.

En ocasiones esta cuantificación no se considera dentro del alcance de los trabajos contratados por la Ingeniería de Detalle, y es aquí donde el Ingeniero de Costos puede apoyarse en factores estadísticos de acuerdo al tipo de instrumentación del proceso, ya que aplicados al costo de la misma le permiten la determinación del costo de estos materiales.

**-TUBERIAS Y ELECTRICOS.-** El cálculo del costo de estos materiales se maneja generalmente a partir de "cubicaciones" (cuantificación) de los materiales involucrados, generadas durante el desarrollo de la Ingeniería de Detalle, estas cuantificaciones son generadas por los especialistas técnicos a partir de diversos planos, documentos y diagramas isométricos de tuberías, diagramas de distribución, en los que se muestran las trayectorias de tuberías y tubos conduits así como sus válvulas y accesorios tanto en vistas en plantas como en elevaciones, diagrama unifilar, diagrama de distribución general de equipo, arreglos típicos, diagramas de tubería e instrumentación, índices de líneas, etc.

A partir de esta lista de materiales el Ingeniero de Costos asigna los precios vigentes de las listas de proveedores de los mismos. Es común que el Ingeniero de Costos aplique factores adicionales sobre este cálculo (fundamentados en su experiencia)

para tratar de cubrir desperdicios de materiales en su instalación, o bien factores de crecimiento para cubrir la incertidumbre de las trayectorias planteadas.

Cuando el alcance de los trabajos de la Ingeniería de Detalle no cubre las cuantificaciones de estos materiales, es el Ingeniero de Costos quien los prepara en función de la información disponible, siguiendo el mismo procedimiento para la asignación de costos.

**-MATERIALES DIVERSOS** (estructuras, ductos, plataformas, aislamiento y pintura). El cálculo del costo de estos materiales puede manejarse de igual manera que los antes descritos; en base a una cuantificación, la aplicación de costos vigentes de los proveedores y la posterior aplicación de factores a juicio del Ingeniero de Costos para cubrir la incertidumbre de la información manejada.

La razón de separar la descripción del cálculo del costo de estos materiales se deriva del hecho de que es común su manejo por precios unitarios, sin que esto quiera decir que la tuberías y los materiales eléctricos no puedan ser manejados de esta forma.

Un precio unitario comprende el costo de los materiales, la mano de obra involucrada en su instalación, sus costos indirectos asociados y la utilidad de la compañía constructora.

La ejemplificación de la integración de un precio unitario se presenta con detalle en la cuenta 1400 obra civil, por ahora basta indicar que una vez cuantificados los materiales o, mejor dicho la obra: Kg, Tons, de estructura tipo "x", un ducto de "x" diámetro de "y" material, metros lineales y m<sup>2</sup> de pintura tipo "x", la posterior aplicación del precio unitario (el cual puede obtenerse de una cotización o propuesta de un constructor, o del cálculo hecho por el Ingeniero de Costos) nos permitirá obtener el costo integrado del material y la mano de obra involucrada en su instalación, es como si se adquiriera un m<sup>2</sup> de pintura o de aislamiento ya aplicado o instalado.

**1300 MANO DE OBRA.** - El cálculo del costo de la mano de obra necesaria para la instalación y prueba del equipo y materiales se fundamenta en el manejo de dos conceptos: rendimientos y costo de mano de obra.

Los rendimientos son tiempos medidos en forma estadística por las compañías constructoras en los que un grupo de trabajadores especializados ("cuadrilla") instala y prueba equipo y materiales, obviamente estos tiempos se ven afectados por una variedad de

factores que van desde el número de trabajadores que integran una cuadrilla, el grado de especialización de los mismos, factores climatológicos que afectan su rendimiento (lluvia, calor, frío, etc.), herramienta especializada disponible, etc.

Obviamente esta variedad de factores originan discrepancias de una compañía constructora a otra sobre el tiempo necesario para instalar un codo de 90 soldable de acero al carbón cédula 40 a nivel de piso, por ejemplo.

Dada la dificultad que representa el proporcionar rendimientos de instalación globales para equipo e instrumentos, debido a su amplia variedad, se establecen ciertos parámetros para estimar el tiempo de instalación: peso del equipo, dimensiones, potencia eléctrica, diámetro de válvulas, etc. Sin embargo, es la experiencia en construcción el factor preponderante en el buen estimado de estos rendimientos.

Para la estimación de tiempos de instalación y prueba de materiales eléctricos y de tuberías es común el manejo de tablas de rendimientos en que parámetros como diámetro, cédula, material, calibre de cable, etc., se establecen para su manejo.

Con fines de ejemplificación en las figuras 3 y 4 se presentan rendimientos de instalación y prueba de materiales de tuberías y eléctricos respectivamente, estos fueron tomados de referencias bibliográficas de condiciones manejadas en Estados Unidos modificados por un factor (obtenido de la comparación con rendimientos reportados por algunas compañías constructoras mexicanas) para la obtención de rendimientos más apegados a las condiciones de construcción del país.

Estos rendimientos se representan en Horas Hombre (H-H), con la finalidad de poderse manejar independientemente del tipo o número de trabajadores integrantes de una cuadrilla.

El costo de mano de obra para el cálculo de la instalación de equipo y materiales deberá estar planteada sobre la unidad manejada en los rendimientos es decir H-H. (Hora Hombre).

El cálculo del costo de mano de obra se ejemplifica en la figura 5 y se basa en aplicar una serie de factores al sueldo base por día de acuerdo a la especialidad para obtener el costo de venta de la compañía constructora.

El paso siguiente es el planteamiento de "cuadrillas" o grupos de trabajo típicos para diferentes especialidades, montaje de equipo, instalación de tuberías e instalación de materiales eléc-

tricos, estos grupos tienen un rendimiento por jornada o día trabajado determinados estadísticamente, en nuestro ejemplo se presentan tres cuadrillas típicas. Sin embargo, se pueden manejar algunas más, en función de la actividad específica por efectuar.

El tipo de trabajadores que integran una cuadrilla, se diferencia en las labores que desempeña dentro del grupo. De esta manera un sobrestante que ejerce un grado de supervisión general, es capaz de tener a su cargo ocho cuadrillas, interpreta planos y es el enlace entre el Ingeniero supervisor de área y los trabajadores. Un mayordomo puede manejar dos cuadrillas a la vez y tiene un grado de supervisión más estrecho de las labores efectuadas llegando en ocasiones a apoyar directamente a los trabajadores. Los oficiales especialistas son los trabajadores a cuyo cargo está asignada una labor específica como podrían ser las maniobras para erigir una tubería, la soldadura de la misma, éstos no efectúan labores de supervisión sino de ejecución. El oficial de primera apoya a los oficiales especialistas en sus actividades, asignándoles en ocasiones trabajos que no requieren de conocimientos muy especializados. Los ayudantes de oficial son la mano de obra carente de especialización y lo mismo pueden estar asignados a una cuadrilla de tuberías o de eléctricos, se encargan de transportar el material, de efectuar labores de limpieza y de habilitar la herramienta de los oficiales.

Una vez integrada la cuadrilla se aplica el costo de renta (salario base + prestaciones + indirectos + utilidad) para cada categoría, obteniéndose el costo total de una jornada de trabajo de dicha cuadrilla; la relación entre este costo y la jornada de trabajo reportada en horas de cada una de la categorías nos permitirá obtener el costo/HH buscado.

La aplicación de este costo a los rendimientos calculados para la instalación y prueba de equipos, instrumentación y materiales nos reportará el costo estimado de mano de obra.

1400 OBRA CIVIL.- El cálculo del costo de la obra civil puede seguir los mismos procedimientos planteados anteriormente para la determinación del costo de materiales y mano de obra. Sin embargo, es muy común su manejo administrativo en construcción por precios unitarios, esto resulta lógico si atendemos a la consideración de que de otro modo su control sería muy complejo y requeriría de bastantes esfuerzos de supervisión para la administración de los materiales adquiridos y la mano de obra ejecutada.

La administración por precios unitarios se reduce a verificar el volumen y calidad de la obra ejecutada, el contratista pro-

porciona su costo de venta para la ejecución de las actividades de la obra civil (materiales asociados y utilidad) relacionados a una unidad de obra ejecutada, por ejemplo: m<sup>3</sup> para excavación, acarreo de material producto de la excavación, concreto preparado o colocado; m<sup>2</sup> de cimbra, de malla electrosoldada, de muro de tabique; kg ó ton. de acero de refuerzo para cimentaciones, etc.

En la figura 6 se ejemplifica el procedimiento de cálculo de algunos precios unitarios, el paso siguiente es la determinación del volumen de obra por ejecutar mediante la cubicación de las actividades planteadas por los precios unitarios de los planos generados por la Ingeniería de Detalle.

Por último la aplicación de los precios unitarios a los volúmenes de obra calculados nos permitirán obtener el costo estimado de la obra civil.

**1500 URBANIZACION.**— Los conceptos incluidos dentro de nuestra cuenta de urbanización comprenden diversos elementos de costos: equipos, instrumentación, tuberías, eléctricos; pintura, obra civil, etc., la determinación de su costo por tanto sigue los mismos lineamientos de las cuentas anteriores fundamentados en la información generada por nuestra Ingeniería de Detalle.

**2100 INGENIERIA.**— Bajo la suposición de que nuestro estimado está siendo elaborado con la Ingeniería de Detalle terminada o cuando menos en etapa de desarrollo, la determinación del costo de los conceptos incluidos en esta cuenta se reduciría a reportar los costos facturados por la Ingeniería Básica y de Detalle, calculando en todo caso el costo de los conceptos faltantes (parte de la Ingeniería de Detalle, Ingeniería de Campo y Asesoría de especialistas técnicos) para ello es necesario estimar los requerimientos del proyecto medidos en alguna unidad accesible a la aplicación de un costo.

Por ejemplo si la Ingeniería de Detalle aun no está terminada podremos contar con estimados de las actividades por realizar medidas en H-H, o planos y documentos, además de información bastante precisa acerca del costo por H-H, así como de los posibles costos indirectos por erogar, de manera que aplicando el \$/H-H al estimado faltante en H-H obtendremos el costo de la Ingeniería de Detalle por ejecutar.

En el caso de que la Ingeniería de Detalle no se haya iniciado, el procedimiento para su cálculo se basa en estimar primeramente el número de planos y documentos necesarios para obtener el prototipo de la planta por construir de acuerdo a la definición existente en ese momento. Esos documentos son representados en H-H por

equivalencias fundamentadas en la estadística y experiencia de la Firma de Ingeniería e Ingeniero de Costos. Posteriormente, al igual que el cálculo del costo de la mano de obra para construcción, se procede a determinar el costo/H-H planteando un grupo de trabajo típico, aplicando finalmente el mismo, a las H-H estimadas (ver programación cap. IV).

Para la estimación de la Ingeniería por desarrollar en campo (actualización de planos y correcciones de diseño) el procedimiento es exactamente el mismo.

En lo referente a la asesoría de especialistas técnicos se estiman los posibles requerimientos, cuantificados en tiempo de especialista y la posterior aplicación de costo referido a la unidad de tiempo sin pasar por alto la existencia de posibles viáticos (transportación, comidas, hospedaje, etc.) que debieran ser cubiertos por tales asesorías.

**2200 CONSTRUCCION.** - Durante la etapa de construcción además de los materiales y mano de obra involucrados existen otros elementos de costo necesarios para su consecución.

En el caso de contratos por administración el contratista cuenta con un esquema de personal en campo avocado a la supervisión y administración de los trabajadores asignados a la ejecución de las instalaciones.

Este personal puede ser muy diverso, ingenieros, supervisores de construcción, jefes administrativos, contadores, secretarías, vigilantes, enfermeras, choferes, auxiliares de contabilidad, cajeros pagadores, supervisores de seguridad, personal de limpieza, etc.

El procedimiento de cálculo de costo se fundamenta en estimar el número de personas y el tiempo de asignación durante la etapa de construcción, y el costo de venta para cada categoría (salario base + prestaciones de ley, + indirectos, + utilidad). La ejemplificación de este cálculo se presenta en la Fig. 7.

Así mismo, existen ciertos conceptos asociados al personal técnico administrativo denominados "reembolsables", que representan los gastos necesarios para su operación y que son determinados en el momento de efectuarse la contratación (hospedaje, transportación, alimentación, papelería y copias, renta de mobiliario de oficina en campo, etc.), su procedimiento de cálculo puede ser muy variado, pero por lo general esta avocado a la determinación de los requerimientos, en función del esquema de personal planteado y a la aplicación de costos estimados para cada concepto.



La renta del equipo de construcción necesario para efectuar las instalaciones (no incluido en cuentas anteriores); gruas, soldadoras, compresores, bombas, camiones de carga, polipastos, etc., se estima en base a la preparación de un programa de utilización de maquinaria acorde al volumen de obra y programa general de construcción y la aplicación de costos de arrendamiento de esta maquinaria proporcionados por la compañía constructora (ver Fig. 8).

La renta de herramienta menor, debido a su enorme variedad se estima como un porcentaje asociado al costo de la mano de obra de construcción, usualmente del 3 al 5%.

El costo de las instalaciones para construcción (oficinas de campo, almacén de material, taller de construcción, instalación eléctrica provisional, fosas de agua para construcción, baños provisionales para personal de construcción, etc.) se estima de acuerdo a una detección de los probables requerimientos, apoyados en el conocimiento y experiencia de la administración de la etapa de construcción.

Estos requerimientos cuantificados en unidades accesibles a la aplicación de un costo, permiten el cálculo de la inversión requerida mediante la aplicación de cualquiera de los procedimientos de cálculo mencionados con anterioridad.

En función del programa y volumen de obra de la etapa de construcción se prepara un estimado del consumo de los servicios telefónicos, etc.), la aplicación de las tarifas por consumo de estos servicios nos permitirá obtener el cálculo de costo para estos conceptos.

**2300 PERMISOS E IMPUESTOS.**— El procedimiento de cálculo de costo para los permisos, impuestos y gastos de importación se maneja comúnmente por la aplicación de un factor estadístico sobre el costo global de los conceptos importados, debido a que los impuestos aplicables a cada equipo y material importado (regidos por la fracciones arancelarias de la ley de importación) son muy específicos y diversos.

Una recomendación general es la aplicación de un factor de 1.35 sobre equipos y materiales de importación provenientes de Estados Unidos., este factor cubriría conceptos como: obtención del permiso de importación, impuestos de importación, flete del lugar de origen a frontera mexicana, honorarios de peritos aduanales y almacenaje.

Para equipos y materiales de procedencia europea y de Japón, un factor de 1.45 será adecuado.

Los costos de los permisos de construcción son muy diversos y están en función del tipo y magnitud de obra, siendo por tanto recomendable sondear con las dependencias gubernamentales el costo aproximado dependiendo de los permisos aplicables.

2400 SEGUROS Y FIANZAS.- Con la finalidad de cubrir cualquier riesgo sobre las inversiones efectuadas durante la etapa de construcción es común la contratación de un Seguro de montaje el cual ampara daños o pérdidas sobre equipo, materiales y obra ejecutada la prima aplicable fluctúa alrededor de 0.3% del costo de los conceptos cubiertos por las cuentas 1100 Equipos, 1200 Materiales, 1300 Mano de Obra, 1400 Obra Civil y 1500 Urbanización, con excepción de cimentaciones tanto de equipo como de edificios, pilotes, terreno, drenajes, patios y caminos.

Otros tipos de seguros pueden contratarse durante el desarrollo del proyecto (transportación de equipo y materiales de protección de los documentos generados durante la Ingeniería, etc.) su prima es muy variable y está en función del tipo de riesgo a cubrir.

Con la finalidad de cubrir el riesgo de un uso inadecuado de los anticipos proporcionados de las diversas compañías contratistas involucradas en la ejecución del proyecto, se tramitarán fianzas que por lo general se cargan como reembolsables a la compañía propietaria, su prima fluctúa alrededor del 1% del monto contratado.

2500 FLETES.- Al igual que el procedimiento planteado para la cuenta 1200 Equipos, el cálculo del costo de fletes se basa en la estimación del número aproximado de viajes necesarios para la transportación de equipo y materiales desde su punto de origen al lugar de la obra, aplicando tarifas de transportación de carga basadas en el peso y kilómetros recorridos.

Con el fin de simplificar este cálculo una práctica común es la aplicación del 0.5% a 3% del costo de equipo y materiales para cubrir este concepto, debiendo tener cuidado en su aplicación cuando el costo de los mismos es bastante elevado.

#### 3000 COSTOS CORPORATIVOS:

3100 Gastos de desarrollo de proyecto; 3200 Servicios de soporte; 3300 Compra de tecnología; 3400 Gastos financieros; 3500 Gastos de entrenamiento del personal de operación y 3600 Gastos de arranque.

No existe una práctica común para la estimación de estos conceptos, la determinación de su costo está en función de la detección de los requerimientos del proyecto, pudiéndose emplear procedimientos que van desde la aplicación de factores globales sobre el costo de las cuentas anteriores hasta la aplicación específica de un costo para cada elemento requerido de los mismos.

#### 4000 CONTINGENCIAS:

4100 contingencias de costos directos; 4200 contingencias de costos indirectos; 4300 contingencias de costos corporativos.

Como se explicó en el punto h-2, las contingencias son partidas de costo asignadas en una estimación para cubrir aspectos no estimados, los cuales son imprevisibles y de los cuales se sabe por experiencia, cuentan con una alta probabilidad estadística de ocurrir.

Su estimación se basa en la aplicación de factores sobre el costo global de las partidas del catálogo de cuentas a nivel 1, en función de la calidad de información con la que se cuenta para la preparación del estimado, experiencia y nivel de riesgo tomado a nivel gerencial para el cumplimiento del monto de inversión estimado.

Una práctica común es la aplicación de un 10 a un 15% sobre el costo de los conceptos anteriores para una estimación de costo de este tipo.

#### FACTOR INFLACIONARIO.

Los costos obtenidos por los procedimientos antes mencionados, están referidos a una fecha base que es la de preparación del estimado, siendo por tanto necesario escalarlos en función a un programa de ejecución del proyecto y a pronósticos inflacionarios, tanto del país, como de los países proveedores del equipo y materiales de importación considerados por el proyecto, así como de un pronóstico de paridad del peso con respecto a las monedas de los mismos.

El procedimiento de escalación de los elementos de costo del proyecto plantea en primera instancia, la ubicación de sus erogaciones en intervalos de tiempo definidos por el programa de ejecución, siendo necesario fijar una fecha promedio en dicho intervalo a la cual referir sus erogaciones. Esto no sucede en la realidad, ya que las erogaciones son efectuadas en el transcurso de este periodo. Sin embargo, de esta forma se ejemplifica bastante el cálculo, obteniéndose precisiones bastante razonables.

El siguiente paso se refiere a la aplicación de índices (Ver Capítulo II-F) relacionado a las fechas consideradas (fecha base y fecha promedio de erogación), estos índices representan un pronóstico de las tendencias inflacionarias observadas, que en caso necesario deberán ajustarse durante el desarrollo de ejecución del proyecto para mantener actualizado el estimado de inversión.

En el caso de equipos y materiales de importación, además de la aplicación de los índices de escalación, deberá aplicarse un factor que represente la fluctuación de paridad monetaria entre las fechas consideradas.

La preparación de estos pronósticos involucra un sondeo permanente de los precios de los elementos del proyecto en el mercado, y de información especializada editada por dependencias gubernamentales (Indicadores de precios y económicos del Banco de México, salarios mínimos reportados por la Comisión Nacional de Salarios Mínimos, Revista Mexicana de la Construcción editada por la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, etc.) con la finalidad de contar con pronósticos con un antecedente sólido en su preparación.

En la fig. 9 se ejemplifica la aplicación de este procedimiento de cálculos.

#### BASES Y PREMISAS.

La estimación de costos es el parámetro a partir del cual se iniciará el ejercicio del control de costos del proyecto. Como indicamos anteriormente, la dinámica de las variables que considera hacen necesario su continua revisión e incorporación de aquellos cambios que permitan contar en cualquier momento con un parámetro actualizado contra el cual medir el desarrollo económico del proyecto.

Es por ello que las bases y suposiciones tomadas para su elaboración deben quedar plasmadas en un documento denominado "Bases y Premisas de la Estimación de Costos", el cual forma parte de la estimación de costos realizada.

Este documento puede ser estructurado de diversas maneras. Sin embargo, su contenido en esencia es el mismo:

Las bases de un estimado de costos son criterios que utiliza el Ingeniero de Costos para su preparación, tales como:

- a) Fecha base de la estimación.

- b) Responsable de su preparación.
- c) Documentación consultada para su elaboración (Planos, No. Ref., Rev., Reporte de Alcance, Ingeniería Básica, etc.)
- d) Porcentaje de contingencias aplicadas.
- e) Factores de costo aplicados (factores de diseño no desarrollado, de desperdicios, etc.)
- f) \$/HH calculado, redimientos de mano de obra utilizados, etc.
- g) Tabuladores de renta de maquinaria, listas de precios, etc.
- h) Rango de precisión asignado.

Las premisas de una estimación representan las condiciones del proyecto y de su entorno, sobre las cuales se prepara el estimado, su cumplimiento es condición indispensable para mantener la validez del monto de inversión estimado:

- a) Programa del Proyecto.
- b) Estrategia de ejecución (Contratos por Administración, precio alzado, precios unitarios, etc.)
- c) Pronósticos de inflación y paridad.
- d) Esquema de personal contratista (técnico administrativo)
- e) Políticas de gastos del personal asignado a la supervisión del proyecto, etc.

#### RANGO DE PRECISION.

Al monto de inversión estimado se le asigna un rango de probabilidad (ver Capítulo II-F) definido en términos de costo, dentro del cual se espera quede ubicado el costo real del proyecto, éste es establecido en función de la incertidumbre general del proyecto y de su medio ambiente.

Un rango de precisión apropiado para este tipo de estimado fluctuaría entre el 10 y el 15% del monto estimado.

En la Fig. No. 10 se presenta un cuadro de resumen de la estimación de costos para nuestro proyecto de almacenamiento de amoniaco.

FIG. 2

COTIZACION

EQUIPOS MEXICANOS, S. A.

Junio 20, 1983  
Firma de Ingeniería, S. A.  
Flamencos 88  
Col. San José Insurgentes,  
03900 México, D. F.

S/REF: PDS 214  
PAA-1980-001  
N/REF: EM 83-225

ATN: ING. ALBERTO GONZALEZ

Estimados señores:

Por medio de la presente, nos permitimos presentar nuestra cotización de los condensadores Ch214/215 construidos de acuerdo a las hojas de especificaciones presentadas por ustedes.

Condiciones de operación:

ENVOLVENTE

Fluidos:	Amoniaco
Flujo:	2600 lb/h
Temp. Entradas:	317 F
Temp. Salidas:	112 F
Presión de operación:	270 psia
Presión de diseño:	280 psia

TUBOS

Fluidos:	Agua
Flujo:	305,080 lb/h
Temp. entrada:	102 F
Temp. salida:	120 F
Presión de operación:	65 psia
Presión de diseño:	75 psia

No. de Unidades: 2

Tipo: BEM  
Tamaño: 19" X 20in X 953 ft<sup>2</sup>  
Materiales de Construcción

CODIGOS APLICABLES:  
TEMA C  
ASME SECCION VIII. DIV 1

Tubos: A-179 Coraza: A-285-C

Precio Unitario L.A.B. nuestra planta: \$21447,628.00

Nuestro precio incluye: limpieza manual, pintura en inorgánico de zinc, prueba hidrostática, 2 juegos de empaques y 25 tubos de repuesto.

## **CONDICIONES COMERCIALES**

### **1. IMPUESTOS**

1.1 El precio cotizado no incluye el impuesto al valor agregado.

1.2 **IMPUESTOS Y DERECHOS DE IMPORTACION:** En lo relativo a los insumos de importación, sus costos han sido considerados en base a la política arancelaria y tarifa del impuesto general de importación actualmente en vigor, así como en las políticas de fomento industrial que prevalecen. Cualquier cambio futuro en estos instrumentos, que afecte los costos, necesariamente tendrá que ser repercutido en nuestro precio de venta en forma adicional a la escalación resultante de la aplicación de la fórmula de escalación pactada (Punto B)

### **2. VIGENCIA DE LA OFERTA**

2.1 La vigencia de la presente oferta es de 60 días a partir de la fecha de la misma, cabe aclarar que la escalación de precios, independientemente de la vigencia de la oferta, comenzará a contar a partir de la fecha de la misma.

Transcurrido el plazo de vigencia, esta oferta, podrá modificarse en todos sus aspectos.

### **3. PRECIOS**

3.1 Los precios cotizados están basados en costos actuales de mano de obra, materia prima, impuestos federales, estatales y locales, el tipo de cambio actual del peso mexicano con respecto al dólar norteamericano. En el caso de aumentos de costos debido a estas u otras razones similares fuera de nuestro alcance, nos reservamos el derecho de modificar nuestros precios al facturar, para reflejar costos reales.

### **4. TIEMPO DE ENTREGA**

4.1 Ofrecemos un tiempo de entrega de 20 semanas contadas a partir de la fecha de recepción de los dibujos aprobados.

### **5. LUGAR DE ENTREGA**

5.1 El o los equipos propuestos serán entregados L.A.B. en nuestra planta en Guadalajara, Jal.

## 6. CONDICIONES DE PAGO

6.1 Anticipo del 50% al recibir su apreciable pedido y el 50% restante 30 días después de recepción de la factura.

## 7. GARANTIA

7.1 EQUIPOS MEXICANOS, S. A. garantiza los equipos cotizados por 12 meses de operación normal o 18 meses después del embarque, lo que ocurra primero.

Esta garantía cubre la calidad de materiales y mano de obra empleados.

7.2 EQUIPOS MEXICANOS, S. A. no asumirá responsabilidad alguna por daños al equipo por la operación del mismo en condiciones diferentes a las del diseño.

## B. FORMULAS DE ESCALACION

Nuestro precio de venta está sujeto a variaciones de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$P_f = P_c \times \left( a \frac{A_f}{A_c} + b \frac{B_f}{B_c} + c \frac{C_f}{C_c} + d \frac{D_f}{D_c} + e \frac{E_f}{E_c} \right)$$

$P_f$  = precio final ajustado

$P_c$  = precio cotizado

$a$  = fracción que representa la participación de la placa de acero del total del precio (0.1)

$b$  = fracción que representa la participación de los tubos de acero del total del precio (0.4)

$c$  = fracción que representan otros materiales y costos de transformación del total del precio (0.2)

$d$  = fracción que representan los materiales importados sobre el total del precio (0.05)

$e$  = fracción que representa la mano de obra del total del precio (0.25)

$A_f/A_c$  = precios a fechas final y de cotización para placa de acero al carbón A-285-C tomando como referencia la lista de precios de Altos Hornos de México.



Bf/Bc = precios a fechas final y de cotización para tubo de acero al carbón A-179 1"0 tomando como referencia lista de precios de PRECITUBO

Cf/Cc = Indices globales a fechas final y de cotización de precios al consumidor, editados por el Banco de México

Df/Dc = Paridades libres a fechas final y de cotización del peso mexicano con respecto al dólar norteamericano

Ef/Ec = Salarios Mínimos del D. F. a fechas final y de cotización, determinadas por la Comisión Nacional de Salarios Mínimos.

En espera de vernos favorecidos con su orden, quedamos de ustedes

Atentamente

Ing. Carlos Landeta  
Gerente de Ventas

FIG. 3

RENDIMIENTOS DE INSTALACION TUBERIAS

CONCEPTO	UNIDAD	DIAMETROS											
		1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"	6"	8"	10"	12"	14"
Tubería soldable	HH/m	2	2	2	2.4	3	4	5	7	7	9	9.5	10
Codo 90° soldable	HH/pza	4.5	5.4	6	6.6	9.5	15	21	30	24	27	33	39
Codo 45° soldable	HH/pza	4.5	5.4	6	6.6	9.5	15	21	30	24	27	33	39
Tee recta y reducida sold.	HH/pza	6.8	8	9	10	14.5	21	30	42	45	42	48	63
Reducción concéntrica y excéntrica soldable	HH/pza	5	5	5.4	7.2	7.7	8.6	9.5	10.5	24	30	30	30
Cople	HH/pza	2.3	2.7	3	3.2	3.6	--	--	--	--	--	--	--
Conexiones soldables (sockolet, weldolet)	HH/pza	5	5.4	6	6.3	6.6	7.7	9.5	15	24	30	30	30
Tuerca unión	HH/pza	2.7	3	3.2	3.6	3.9	--	--	--	--	--	--	--
Brida	HH/pza	3	3	3.6	3.9	5.2	6.8	9.3	13.8	15.3	18.5	21	24
Válvula roscada	HH/pza	5.9	9	10.4	11.3	12	--	--	--	--	--	--	--
Válvula bridada	HH/pza	--	3.6	4.5	5.4	6	7.7	9	10.2	14.9	21	27	27

INCLUYE: Recepción, inspección, limpieza, cortés, viselados, fijación en soportes, layout y pruebas hidros-táticas.

Utilícese para tubería dentro y fuera de edificios.

**FIG. 4 RENDIMIENTOS DE INSTALACION DE MATERIALES ELECTRICOS**

**RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA PARA INSTALAR CABLE EN TUBO CONDUIT**

HORAS HOMBRE/M	0.066	0.066	0.76	0.091	0.121	0.153	0.22	0.28	0.32	0.36	0.43	0.47	0.52	0.57	0.62	0.71	0.76	0.82	0.89
CALIBRE	14	12	10	8	6	4	2	1/0	2/0	3/0	4/0	250	300	350	400	500	600	750	1000

FIG. 4 CONTINUACION

**INSTALACION DE TUBO CONDUIT GALVANIZADO**  
 (MANO DE OBRA EN HH/TRAMO)  
 TRAMO 3 M.

	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"
*Bajo piso - enterrados			1.2			1.5		1.80	2.3	2.7	3.0
*Paredes ler. piso	3.3	3.6	4.0	4.3	4.6	5.0	5.5	6.0	7.7		
*Paredes cualquier piso	4.3	4.7	5.1	5.6	6.0	6.4	7.1	7.8	10.0		
*Plafón Rack - Servicios	3.6	4.0	4.3	4.7	5.0	5.4	6.0	6.6	8.4		
*Pared-Techo-Areas Proceso	5.3	5.9	6.4	7.0	7.5	8.0	8.9	9.8	12.5	14.2	16.0
Condulets accesorios 2 Roscas	0.70	0.83	0.97	1.25	1.39	1.80	2.50	3.0	5.6		
Condulets accesorios 3 Roscas	0.83	0.97	1.11	1.39	1.52	1.94	3.33	4.0	7.25		
*Codos 90°	0.92	1.16	1.39	2.22	2.64	3.74	4.72	5.28	10.0	12.0	14.0

\* Las H.H mostradas incluyen: manejo, medidas para layout, cortes, roscado, doblado, fijación, instalación y limpieza final (se incluyen condulets y accesorios normales)

\*\* Codos instalados H.H se incluye un corte, un roscado y un doblaz 90°radio standard.

1. Para dos conduits paralelos, instalados simultáneamente, disminuir 5% del tiempo da do
2. Para 3 o más, conduits paralelos, instalados simultáneamente, disminuir 10% del tiempo dado.

FIG. 3

CALCULO DEL COSTO DE MANO DE OBRA

La determinación del costo de mano de obra sigue 2 etapas, la primera se refiere al cálculo de un factor global que aplicado al salario base del trabajador nos permitirá obtener el costo de venta por HH pra cada especialidad:

I. Cálculo de factor global - (Base anual)

a) Factor por días no laborados.- Este factor representa la relación entre los días pagados al trabajador y los días trabajados en un año.

- Domingos	52 días / año
- Días festivos	13 días / año
- Vacaciones	6 días / año
- Aguinaldo	15 días / año
- Prima Vacacional	1.5 días / año

Base anual = 365.25 + Aguinaldo + Prima Vacacional = 381.75

Días trabajados = 365.25 - Domingos - Días festivos - vacaciones = 284.25

F días no laborados = 381.75 / 294.25 = 1.297

b) Factor por prestaciones de ley.- De acuerdo a la ley, el patrón es responsable del pago de ciertas prestaciones al trabajador, el propietario de la compañía contratista lo hace, repercutiendo estos costos a la compañía contratante:

- Cuota IMSS = 20% (En función al salario del trabajador, fluctúa del 16% al 20% del mismo)

- Cuota INFONAVIT	=	5%
- Impuesto Educación	=	1%
- Guarderías	=	1%
		----
		27%

Factor por prestaciones de ley = 1.27

c) Factor de indirectos.— Este factor cubre aquellos gastos indirectos del contratista involucrados en la ejecución de la obra.

	Rango	
- Gastos de oficina central	4 a 8%	7%
- Materiales de consumo*	4 a 5%	4%
- Herramienta menor	3 a 5%	3%
		---
Factor de indirectos = 1.14		14%

\* No se incluye soldadura, gases, combustibles y lubricantes, debido a que no existe una relación directa de estos materiales con la mano de obra, sino más bien con el volumen y tipo de instalaciones por construir.

d) Factor de utilidad.— Es el porcentaje de utilidad del contratista por el trabajo asignado.

	Rango	
- Utilidad	10 a 15%	
- Factor de Utilidad =	1.15	

e) Factores variables.— Es común la incorporación de otros factores para cubrir conceptos como:

- Semana de 45 hrs. En construcción usualmente se trabajan 45 hrs. a la semana pagándose 48 hrs.

(6 días lunes a sábado) x 8 h/día) = 48 hrs.

(5 días lunes a viernes x 9 h/día) o bien

(5 días lunes a viernes x 8 h/día + 1 día sábado x 5h/día) = 45 hrs.  $48/45 = 1.067$

- Días no laborados por contingencias del clima. Su aplicación estriba en la suposición de la pérdida de ciertos días laborables (base anual) por condiciones meteorológicas de la zona. Con la salvedad de que si este factor es aceptado por el contratante, la pérdida de cuando menos los días estimados no deberán ser cargados en forma adicional.

Días trabajados base anual = 294.25 días  
Días perdidos por contingencias del clima base anual =  
8 días.

$$\text{Factor} = \frac{294.25}{(294.25 - 8)} = 1.028$$

- Viáticos.- En el caso del traslado de personal a una localidad lejana de su lugar de residencia, suele incluirse un factor que compense los gastos generados por dicho traslado (hospedaje, alimentos, etc.) este factor debe ser aceptado por el contratante y no es aplicable a aquellos trabajadores de contratación local, por lo que en ocasiones este concepto es manejado como reembolsable.

Para efecto de ejemplificación del cálculo del costo de mano de obra no será considerado.

FACTOR GLOBAL APLICABLE A SALARIO BASE:

$$1.297 \times 1.27 \times 1.14 \times 1.15 \times 1.067 \times 1.028 = 2.368$$

=====

- II. Integración de cuadrillas de trabajo - La segunda etapa para el cálculo del costo de mano de obra se basa en el planteamiento de grupos de trabajo típicos, por especialidad.

Cuadrilla para:

- Montaje de equipo

	HH/jornada
. Sobrestante mecánico	1
. Mayordomo mecánico	4
. Oficial especialista mecánico	8
. Oficial especialista en maniobras	8
. Oficial de 1a. mecánico	8
. Ayudante de oficial	24

El número de trabajadores y tiempos asignado por jornada, está determinado por el volumen y tipo de la obra.

Obviamente, en una obra, para una misma especialidad, pueden existir diversos tipos de cuadrillas, por lo que para el cálculo del costo de mano de obra debemos seleccionar el tipo de cuadrilla más representativo.

Del tabulador de salarios base para cada trabajador (planteado por el contrato colectivo de trabajo del sindicato de la zona) procedemos a aplicar el factor global obtenido en la etapa 1 para obtener el costo de venta por trabajador.

PERSONAL OBRERO	SALARIO BASE X FACTOR X 7 DIAS/SEM. = \$/HH			
	\$/DIA *	GLOBAL	45 H/SEM.	
Sobrestante mecánico	1760	2.368	0.156	648
Mayordomo mecánico	1150	2.368	0.156	497
Oficial espec. sec.	1240	2.368	0.156	457
Oficial esp. en manio.	1240	2.368	0.156	457
Oficial de la. mec.	1075	2.368	0.156	396
Ayudante de oficial	656	2.368	0.156	242

\* Salarios a Diciembre de 1983

De acuerdo a la plantilla típica planteada, tenemos:

#### CUADRILLA PARA MONTAJE DE EQUIPO

	HH/JOR	\$/HH
Sobrestante mecánico	1	648
Mayordomo mecánico	4	497
Oficial espec. sec.	8	457
Oficial esp. en manio.	8	457
Oficial de la. mec.	8	396
Ayudante de oficial	24	242
	53 HH/JOR	

$$\$/\text{HH para instalación de equipo} = \frac{\$18,924 / \text{JOR}}{53 \text{ HH/JOR}} = \$357/\text{HH}$$

De la misma manera se calcula el \$/HH para la mano de obra involucrada en otras especialidades de tuberías, instalación de material eléctrico, instalación de instrumentación, etc.



**CUADRILLA PARA INSTALACION DE TUBERIAS**

	HH/JOR	\$/HH
Sobrestante tubero	1	648
Mayordomo	4	497
Oficial esp. en maniobra	8	457
Oficial esp. en soldadura	8	595
Oficial esp. tubero	8	457
Oficial de la. tubero	8	396
Ayudante de oficial	32	242
	-----	-----
	69 HH/JOR	

$$\$/\text{HH para instalación de tuberías} = \frac{\$25,620 / \text{JOR}}{69 \text{ HH/JOR}} = \$371/\text{HH}$$

**CUADRILLA PARA INSTALACION DE MATERIAL ELECTRICO**

	HH/JOR	\$/HH
Sobrestante eléctrico	1	648
Mayordomo eléctrico	4	497
Oficial esp. en manio.	8	457
Oficial espec. eléctrico	8	457
Oficial de la. eléctrico	8	396
Ayudante de oficial	24	242
	-----	-----
	53 HH/JOR	

$$\$/\text{HH para instalación de electr.} = \frac{\$18,924 / \text{JOR}}{53 \text{ HH/JOR}} = \$357/\text{HH}$$

## El costo por hora - hombre calculado

### Incluye:

- Salario base.
- Prestaciones de ley séptimo día.
- Herramienta menor (pinzas, martillo, desarmadores, etc.)
- Materiales de consumo (estopa, cal, hilo, solventes, grasa, cinta de teflón, detergentes, crayon, cable manila, cinta aislante, franela, jerga, lijas, etc.) con excepción de gases, combustibles y lubricantes.
- Gastos de oficina central (cargos profesionales, cargos administrativos, alquileres, amortizaciones, suscripciones, afiliaciones, seguros, materiales de consumo de oficina, promociones, etc.
- Utilidad.
- Semana de 45 horas.
- Días no laborados por contingencias.

### Excluye:

- Soldadura, gases y lubricantes.
- Renta de equipo y herramienta mayor (taladros, pulidoras, máquinas de soldar, grúas, etc.)
- Personal técnico administrativo (honorarios y viáticos)
- Facilidades temporales (baños, comedor, taller, almacén, etc.)
- Tiempo extra.

A continuación se presentan algunos precios unitarios para obra civil, que pretenden ejemplificar su procedimiento de cálculo.

Como anteriormente planteamos, un precio unitario representa el costo de venta para la ejecución de una actividad referida a una unidad de obra realizada.

#### I. Materiales.

El primer paso para el cálculo de un precio unitario es la determinación de la cantidad de materiales necesarios para la ejecución de la unidad de obra. En la determinación del volumen de materiales es importante considerar cierto porcentaje adicional derivado de los desperdicios resultantes en la ejecución.

Los precios de materiales son los del mercado de la zona donde la obra será ejecutada.

El contratista proporciona los materiales al costo del mercado local, adicionando un porcentaje, que generalmente fluctúa del 10 al 20% por concepto del manejo y traslado a la obra, de los mismos.

#### II. Mano de obra.

La mano de obra para un precio unitario se calcula de forma similar a la determinación del costo por hora-hombre:

- i) Determinación de la cuadrilla típica para efectuar la actividad.
- ii) Se fija el grado de participación de cada trabajador en la ejecución de la actividad, referido a una jornada.
- iii) Se aplican los costos por hora-hombre para cada trabajador, los cuales incluyen todos los conceptos planteados en la determinación del costo por hora-hombre (referirse a Fig. 5), adicionando en ocasiones un porcentaje adicional para cubrir los costos derivados de la supervisión de la cuadrilla.

- iv) Para la realización de la actividad se plantea un rendimiento medido en volumen de obra ejecutado, por jornada.
- v) La relación entre el \$ de mano de obra/jornada entre el volumen de obra ejecutado por jornada, nos permite obtener el costo de mano de obra referido a la ejecución de la unidad de dicha actividad.

### III. Equipo para construcción.

En caso de que para la ejecución sea necesarias la utilización de equipo, se determina el costo de renta por jornada del mismo, el cual se obtiene de tabuladores de renta de maquinaria.

Esta renta incluye cargos fijos como: intereses, depreciación, ajustes para reposición, impuestos, seguros y almacenaje, mantenimiento; cargos por consumibles, como: gasolina, diesel, lubricantes, etc.; en los casos de que el personal de operación del equipo no se encuentre en el renglón de mano de obra puede ser incluido en este punto y por último, la utilidad del arrendador del equipo.

La renta por jornada del equipo, se divide entre el rendimiento medido en volumen de obra ejecutado por jornada, para determinar el costo por renta de maquinaria necesaria para la ejecución de la unidad de obra.

**\* ACTIVIDAD**

Excavación con equipo en material tipo B (seco), profundidad máxima 2 m. (material colocado a un lado del talud)

**\* UNIDAD: m<sup>3</sup>**

I. Materiales: No se requieren.

II. Mano de obra:

	HH/Jornada	\$/HH
Sobrestante Civil	0.2	695
Cabo Civil	0.6	530
Operador de Traxcavo	8	329
Peón (3)	24	184

Rendimiento: 60 m<sup>3</sup>/jornada      \$/jornada: 7,505

Costo unitario mano de obra \$125/m<sup>3</sup>

III. Equipos:

Renta de traxcavo sobre orugas marca Caterpillar Mod. 95 IC, Potencia 95 HP (No incluye operador)

\$/JORNADA = 65,000

Rendimiento: 60 m<sup>3</sup>/Jornada

Costo unitario de equipo: \$1,083/m<sup>3</sup>

Precio unitario integrado I + II + III = \$/M<sup>3</sup> = 1,208

**\* ACTIVIDAD**

Acero de refuerzo para cimentaciones grado duro F y = 4,200 kg/cm

**\* UNIDAD: Tonelada**

**I. Materiales:**

	Cantidad	Precio
Varilla (5% desperdicio)	1.05 tons.	48,000 \$/ton
Traslapes	0.013 tons.	48,000 \$/ton
Ganchos	0.043 tons.	48,000 \$/ton
Alambre recocido No. 18	30 kgs.	61 \$/kg

Subtotal \* Materiales = 54,918

Cargo por manejo de materiales 10% = 5,492

Costo unitario de materiales = \$60,410/ton

**II. Mano de obra:**

	HH/jornada	\$/HH
Sobrestante civil	0.2	695
Cabo civil	0.6	530
Fierrero	8	300
Peón (3)	24	184

Rendimiento: 0.26 ton/jornada \$/jornada = 7,273

Costo unitario de mano de obra = \$27,973/ton

**III. Equipo:**

No se requiere.

Precio unitario integrado I + II + III = \$/Ton = 88,383

**\* ACTIVIDAD**

Elaboración en campo y colocación concreto f'c = 200 kg/cm<sup>2</sup>

**\* UNIDAD:** m<sup>3</sup>

**I. Materiales: (incluyen 5% por desperdicios)**

	Cantidad	Precio
Cemento Tipo I	0.35 ton	12,500 \$/ton
Arena	0.47 m <sup>3</sup>	1,450 \$/m <sup>3</sup>
Grava 3/4"	0.70 m <sup>3</sup>	1,500 \$/m <sup>3</sup>

Subtotal \$ materiales = \$ 6,107

Cargo por manejo de materiales 10% = \$ 611

Costo unitario de materiales = \$6,718/m<sup>3</sup>

**II. Mano de obra:**

	HH/jornada	\$/HH
Sobrestante civil	0.2	695
Cabo civil	0.6	530
Operador revolvedora	8	275
Albañil	8	468
Peón (12)	96	184

Rendimiento: 7.25 m<sup>3</sup>/jornada      \$/jornada = 24,065

Costo unitario de mano de obra = \$3,319/m<sup>3</sup>

### III. Equipo:

Revolvedora de 1 saco, Marca Joper-Kohler, Mod. K-161,  
Potencia 6 HP

\$/jornada = 3,100 (no incluye operador)

Vibrador de concreto, Marca Joper, Mod. K-4, potencia 4HP

\$/jornada = 2,752 (no incluye operador)

Rendimiento: 7.25 m /jornada

Costo unitario de equipo = \$807/m<sup>3</sup>

Precio unitario integrado I + II + III = \$/m<sup>3</sup> = 10,844

#### NOTA:

Los costos empleados para el cálculo de los precios unitarios  
están referidos a diciembre de 1983.



FIG. 7

## PROGRAMA PERSONAL TECNICO ADMINISTRATIVO

SALARIOS A DIC. '83

CATEGORIA	MESES																							MESES HOMBRE	PRECIO DE VENTA BASE MENSUAL	TOTAL EN M\$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23			
Supte. Gral. de la obra	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	23	320,000	
Supervisores de área	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	62	190,000	
Jefes de frente	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	3	3	-	-	-	-	81	95,000	
Ing. de Costo y Programación	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	51	155,000	
Topografo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	28	80,000	
Cadenero	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	56	47,000	
Dibujantes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	70,000	
Auxiliares técnicos	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	49	110,000	
Recepcionista	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	50,000	
Técnico de higiene y seguridad	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	28	66,000	
Enfermera	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	40,000	
Almacenista	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	31	112,000	
Bodeguero	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	58	60,000	
Taller mecánico	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	50	70,000	
Vigilancia	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	34	46,000	
Jefe administrativo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	170,000	
Contadores	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	54	90,000	
Cajero	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	31	100,000	
Kardista	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	27	54,000	
Tomador de tiempo	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	62	81,000	
Compradores	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	31	85,000	
No. personas por mes	34	34	44	48	48	52	52	52	52	52	52	47	47	25	25	25	25	25	7	7	7	7	832		82'211 M	

## NOTAS \*

- Los salarios presentados son promedio para cada especialidad, pudiendo fluctuar en más menos 10%
- Los salarios son vigentes al 31 de diciembre de 1983.

FIG. 8

## PROGRAMA DE RENTA DE MAQUINARIA

RENTAS A DICIEMBRE DE 1983

MAQUINARIA	MESES																					MESES MAQUINA	RENTA MENSUAL \$	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
Cargador frontal sobre orugas 95 HP	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3,955	
Retroexcavadora sobre orugas 110HP	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2,727	
Camión de volteo capacidad 6 m3	3	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	652	
Motoconformadora 105 HP	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2,900	
Compactador llantas neumáticas 104 HP	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2,790	
Camión pipa 6000 lts.	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	736	
Camión petrolizadora	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	897	
Aplanadora 2 rodillos 73 HP	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2,083	
Pavimentadora 130 HP	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	9,800	
Revolvedora de concreto 60 HP	-	4	4	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	345	
Bomba centrífuga autocebante 4" 12 HP	4	4	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	96	
Compresor de aire portatil	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	16	95	
Camión plataforma con grúa hidráulica 3 tons. HIAB	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	11	500	
Grúa hidráulica pehbone 35 tons.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	3	1,600	
Máquina de soldar eléctrica 650 amp.	-	-	-	4	4	4	4	6	6	6	6	6	4	4	4	-	-	-	-	-	-	58	43	
Malacate con motor de gasolina 3 ton.	-	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	-	-	-	-	-	-	37	95	
Camioneta Pick-up 3/4 ton.	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	130	
Bomba para pruebas hidrostáticas	-	-	-	-	-	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	30	10	
Equipo de oxiacetileno	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	12	105	
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>236 M-M</b>		
																							<b>\$ TOTAL</b>	<b>63'833</b>

## NOTAS \*

1. La renta mensual de maquinaria es vigente al 31 de diciembre de 1983
2. No se incluye personal de operación, combustibles, lubricantes y mantenimiento
3. La renta está calculada sobre 200 horas-máquina por mes
4. Los tiempos muertos por reparaciones mayores, serán descontados de la renta correspondiente
5. En caso de renta por tiempos menores a un mes, incrementar la renta por hora en un 30%

En una estimación los costos se obtienen, por lo general, a la fecha de preparación de la misma. Sin embargo, el cálculo del pronóstico de inversión involucra la proyección de estos costos a través del tiempo, de acuerdo al programa de ejecución del proyecto.

El fenómeno inflacionario, entendido como el aumento generalizado de los precios, involucra una infinidad de variables (oferta, demanda, políticas económicas gubernamentales, balanza comercial, etc.) que no están referidas exclusivamente a la economía nacional, ya que se ven influenciadas por diversos factores de la economía mundial. Es por ello que la preparación de un pronóstico inflacionario se asemeja cada vez más a una labor premonitoria.

Si bien es cierto que organismos oficiales y privados efectúan pronósticos inflacionarios, en muchos de los casos es difícil encontrar índices o factores específicos para cada uno de los elementos de costo de un proyecto, lo que obliga al empleo de índices muy generales, que resultan poco representativos de la realidad del proyecto.

Aceptando este hecho, la responsabilidad del Ingeniero de Costos debe avocarse al sondeo continuo de las tendencias inflacionarias del país, que le permiten detectar en el momento oportuno, desviaciones en el pronóstico utilizado, más que a la preparación del mismo, que en un momento dado no representa más que un marco de referencia sujeto a desviaciones.

A continuación procederemos a ejemplificar la aplicación de factores de inflación enfocándonos a la mecánica, dando por hecho que el pronóstico inflacionario es el mejor con el que contamos a nuestro alcance.

Bajo la suposición de que la fecha de preparación del estimado es diciembre de 1983, y de acuerdo a nuestro programa de proyecto, la compra de equipo deberá efectuarse de los meses 1 al 15, en forma global (enero 84 a marzo 85), procedemos a establecer una regla general de pago para todos los equipos del proyecto:

#### REGLA GLOBAL DE EROGACIONES PARA EQUIPO:

1. 40% a la orden de compra.
2. 30% al embarque.
3. 30% a los 30 días después de la presentación de la factura.

Del programa general podemos observar que:

- a) El intervalo de tiempo en el que se efectúan las órdenes de compra van del mes 1 al 2 (enero '84 a febrero '84)
- b) Los embarques de equipo fluctúan del mes 5 al 15 (mayo '84 a marzo '85)
- c) Suponiendo que la presentación de factura coincide con la recepción del equipo, el intervalo considerado se ubicaría del mes 11 al 16 (noviembre '84 a abril '85)

Supongamos que nuestro pronóstico de inflación para equipo plantea:

AÑO	% INFLACION ANUAL	% INFLACION MENSUAL
1984	65	$(1.65)^{1/12} \Rightarrow 4.3\%$
1985	45	$(1.45)^{1/12} \Rightarrow 3.1\%$

El paso siguiente consiste en determinar la inflación promedio en los intervalos de tiempo definidos por las actividades de las reglas de pago.

a.1) Orden de compra.

Intervalo - enero '84 a febrero '84      Fecha base: Dic. '83  
Mes promedio considerado: febrero '84  
Inflación de fecha base a mes promedio = 8.8%  
Factor inflacionario  $(1.043)^2 = 1.088$

b.1) Embarque.

Intervalo - mayo '84 a marzo '85      Fecha base: Dic. '83  
Mes promedio considerado: octubre '84  
Inflación de fecha base a mes promedio = 52.3%  
Factor inflacionario  $(1.043)^{10} = 1.523$

c.1) 30 días después de la presentación de la factura.

Intervalo - noviembre '84 a abril '85      Fecha base: Dic. '83  
Mes promedio considerado: febrero '85  
Inflación de fecha base a mes promedio = 75.4%  
Factor inflacionario  $(1.043)^{12} \times (1.031)^2 = 1.754$

Por último procedemos a la ponderación:

Factor inflacionario ponderado.

$$0.4 (1.088) + 0.3(1.523) + 0.3(1.754) = 1.418$$

$$\% \text{ de inflación por aplicar a equipo} = 41.8\%$$

## OBSERVACIONES:

El ejemplo anterior nos da una idea de la mecánica a seguir para el cálculo de los factores de inflación, aunque cabe hacer la aclaración que su aplicación puede ser tan general o particular como las condiciones específicas del proyecto lo ameriten.

La determinación del factor inflacionario para equipo en el ejemplo anterior fue tratada de manera global, pudiendo haber sido más específica en función del costo y condiciones particulares de cada equipo; con esto queremos decir que se pudieron haber calculado factores inflacionarios para cada tipo de equipo (tanques, compresores, bombas, cambiadores de calor, etc.), o inclusive hacer todavía una diferenciación mayor (esfera, tanque acumulador, tanques menores, etc.); para lo cual hubiese sido necesario determinar las condiciones específicas de pago para cada equipo, así como más diferenciado el pronóstico de inflación (inflación para tanques, equipo mecánico, etc.)

La decisión del enfoque de cálculo del factor inflacionario recae en el Ingeniero de Costos, quién fundamentado en la calidad de información e impacto en costo determina el camino a seguir.

Pueden existir condiciones específicas para la compra de un equipo que determinen el intervalo de tiempo en el cual el precio de venta puede incrementarse, por lo que resulta de mucha utilidad el análisis de las condiciones de pago y cláusulas de escalación planteadas por la cotización. Es decir, para un fabricante el intervalo de tiempo con alto riesgo de incremento en el costo de materiales de fabricación pudiera ubicarse en los primeros meses, por lo que el pago del primer anticipo pudiese servir para asegurar estos costos, en lo que respecta a un incremento originado por la mano de obra, el periodo de fabricación es determinante.

Por último quisiermos recalcar el carácter acumulativo de la inflación, del cual se deriva su tratamiento exponencial.

Factor inflacionario mensual = (F.I. anual)<sup>1/12</sup>

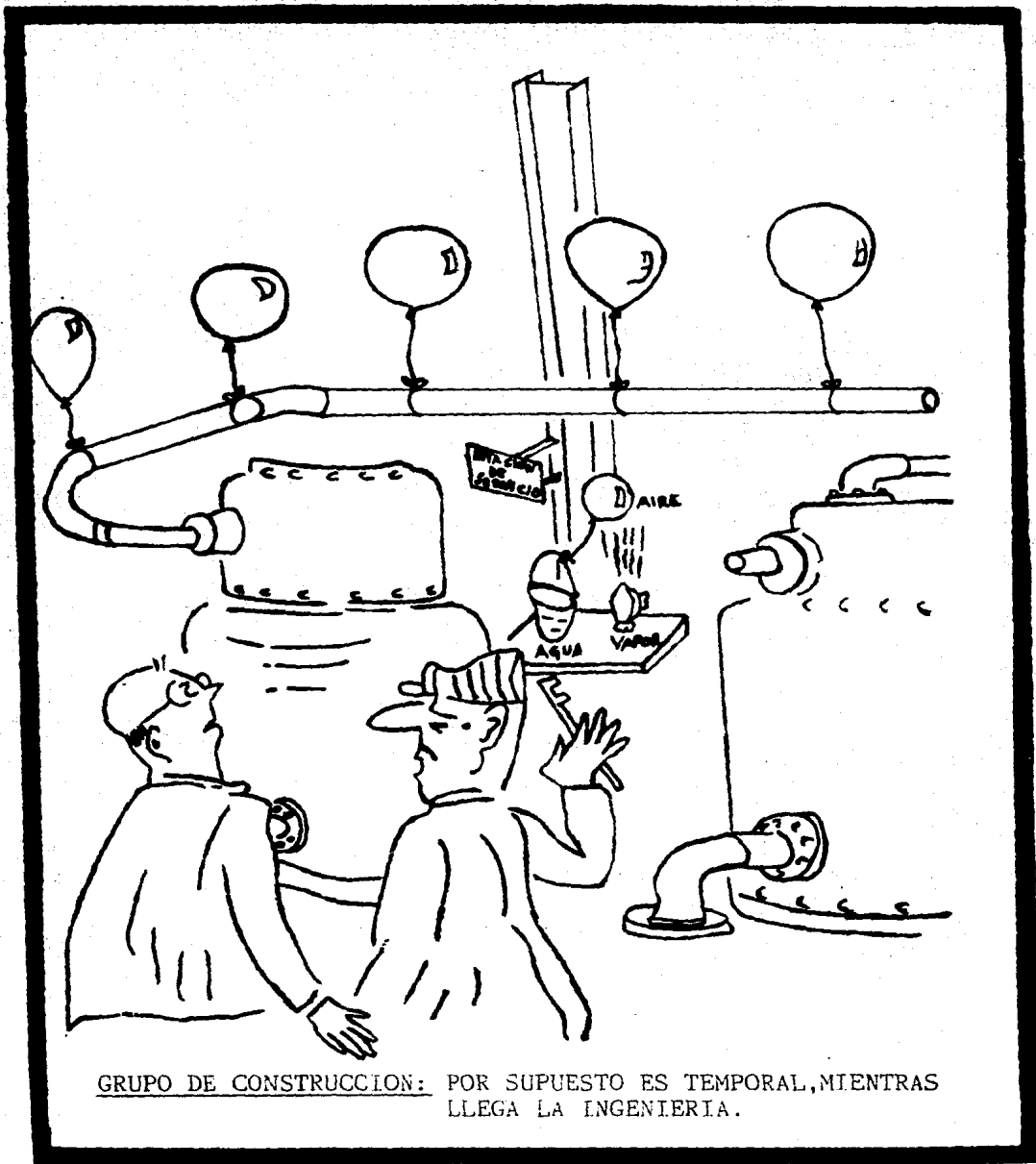
Factor inflacionario del mes 1 al n = (F.I. mensual)<sup>n-1</sup>

Fig. 10

## RESUMEN DE UNA ESTIMACION DE COSTOS

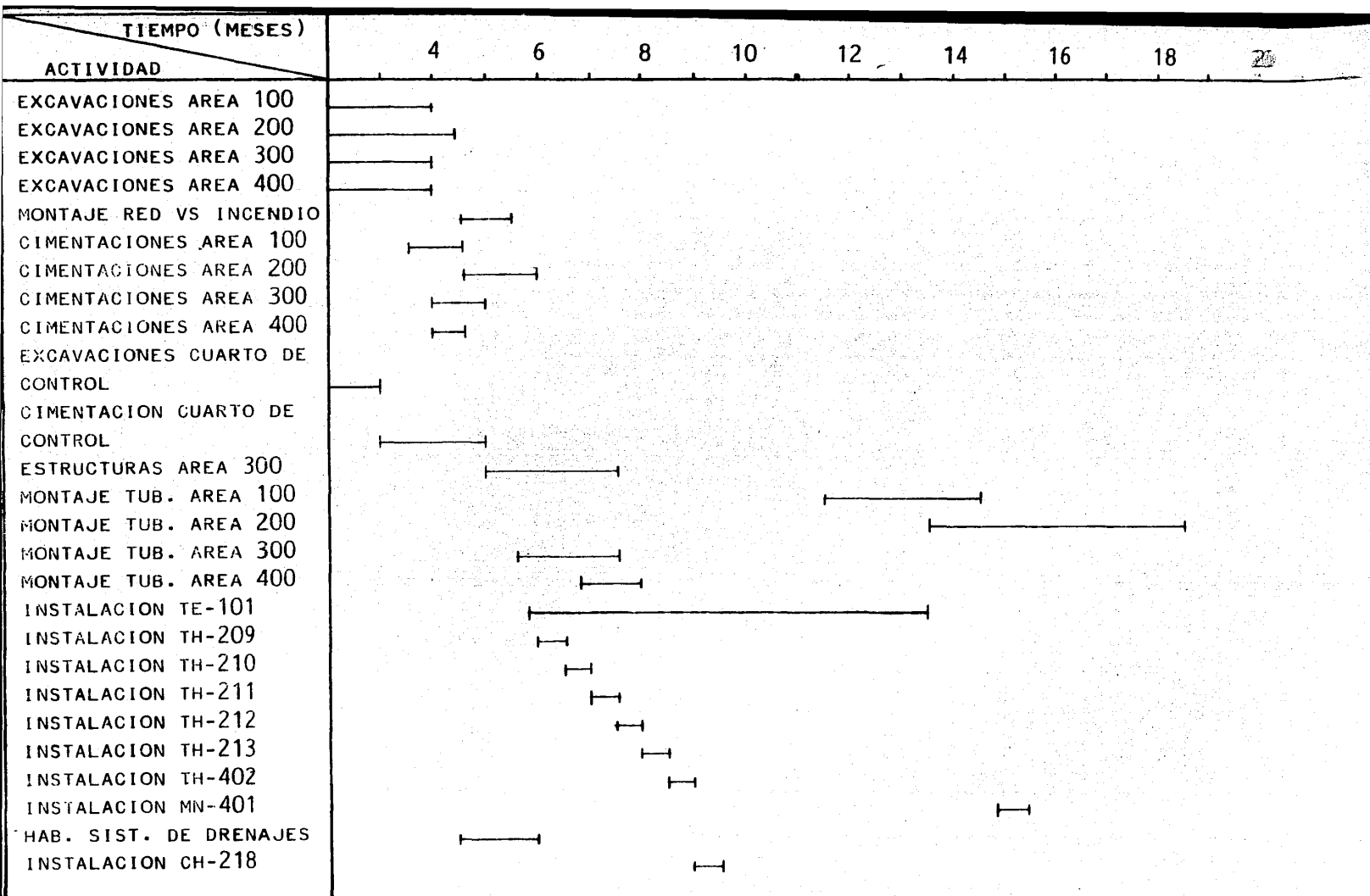
A continuación presentamos un cuadro de resumen de una estimación de costos con fines de ejemplificación:

CTA.	DESCRIPCION	COSTO EN M\$ A FECHA BASE	COSTO EN M\$ PROYECTADO
1100	Equipos	272'585	386'525
1200	Materiales	168'786	246'544
1300	Mano de Obra	117'391	176'086
1400	Obra civil	67'902	88'272
1500	Urbanización	85'693	111'401
1000	SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS	712'357	1'008'828
2100	Ingeniería	50'377	50'377
2200	Construcción	152'320	243'712
2300	Permisos e impuestos	8'412	11'777
2400	Seguros y fianzas	10'120	14'168
2500	Fletes	6'725	10'088
2000	SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS	227'954	330'122
3100	Gastos desarrollo del proyecto	32'125	51'400
3200	Servicios soporte	8'646	13'834
3300	Compra de tecnología	- - -	- - -
3400	Gastos financieros	13'515	21'624
3500	Gastos personal de operación	8'727	20'159
3000	SUBTOTAL COSTOS CORPORATIVOS	70'659	124'679
4100	Contingencias costos directos	71'236	100'883
4200	Contingencias costos indirectos	22'795	33'012
4300	Contingencias costos corporat.	7'066	12'468
4000	SUBTOTAL CONTINGENCIAS	101'097	146'363
	TOTAL	1'112'067	1'609'992
	Monto a fecha base (Diciembre '83)	= 1'112 M	
	Monto proyectado	= 1'610 M	
	Rango de precisión	10%	
	Monto mínimo esperado	= 1'449 M	
	Monto máximo esperado	= 1'771 M	

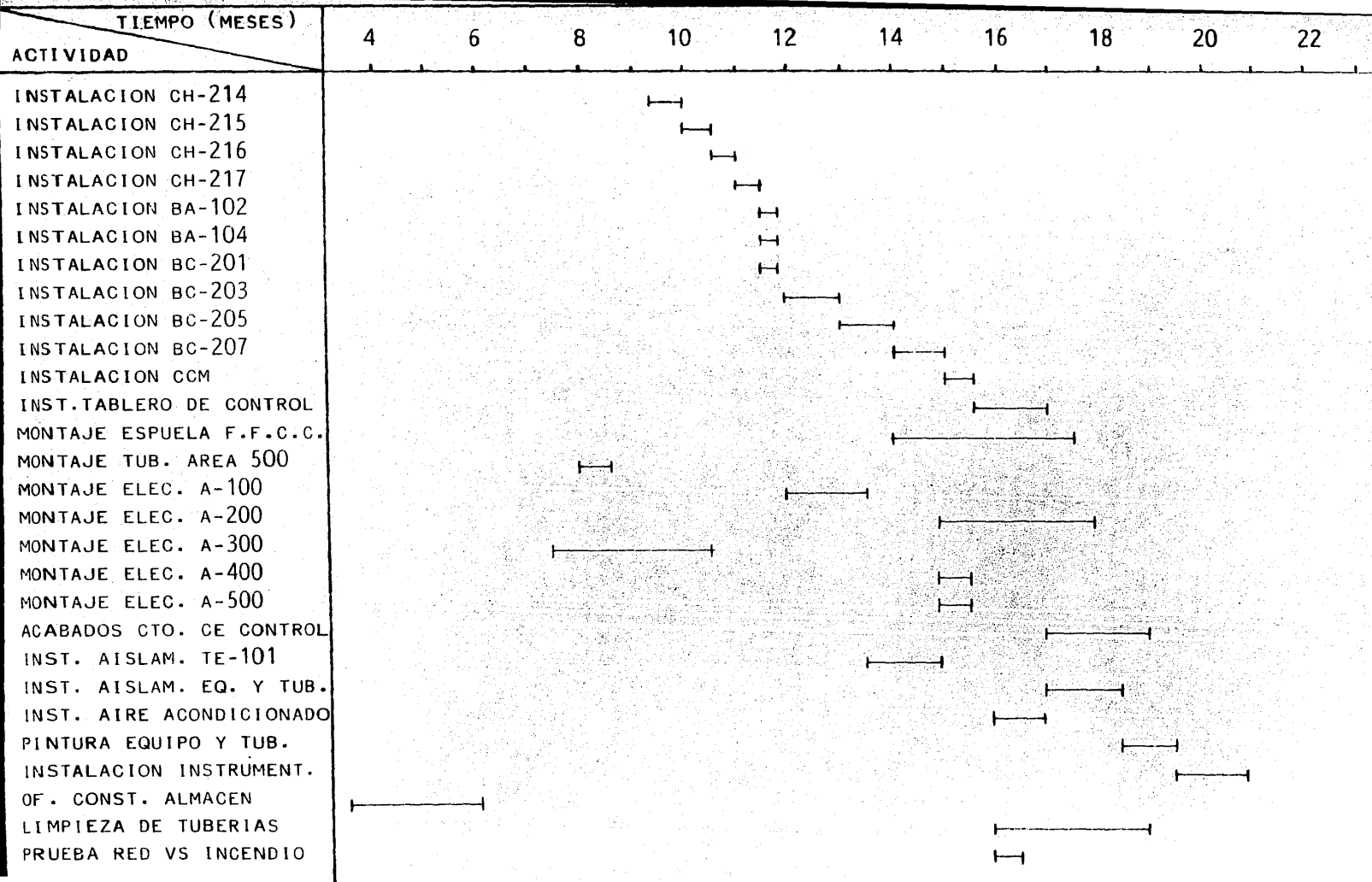


CAPITULO V

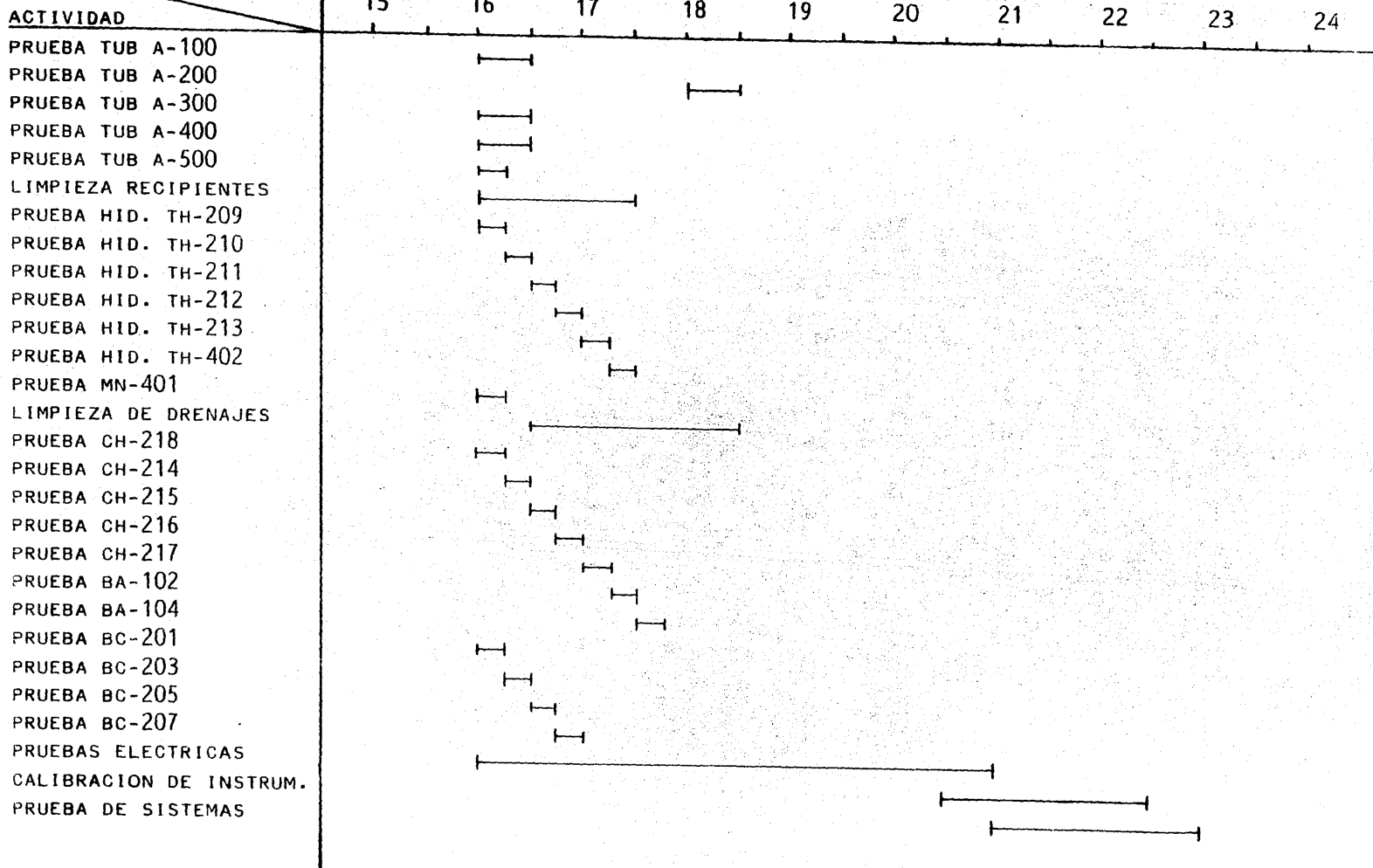
PROGRAMA GENERAL DE  
CONSTRUCCION Y ARRANQUE

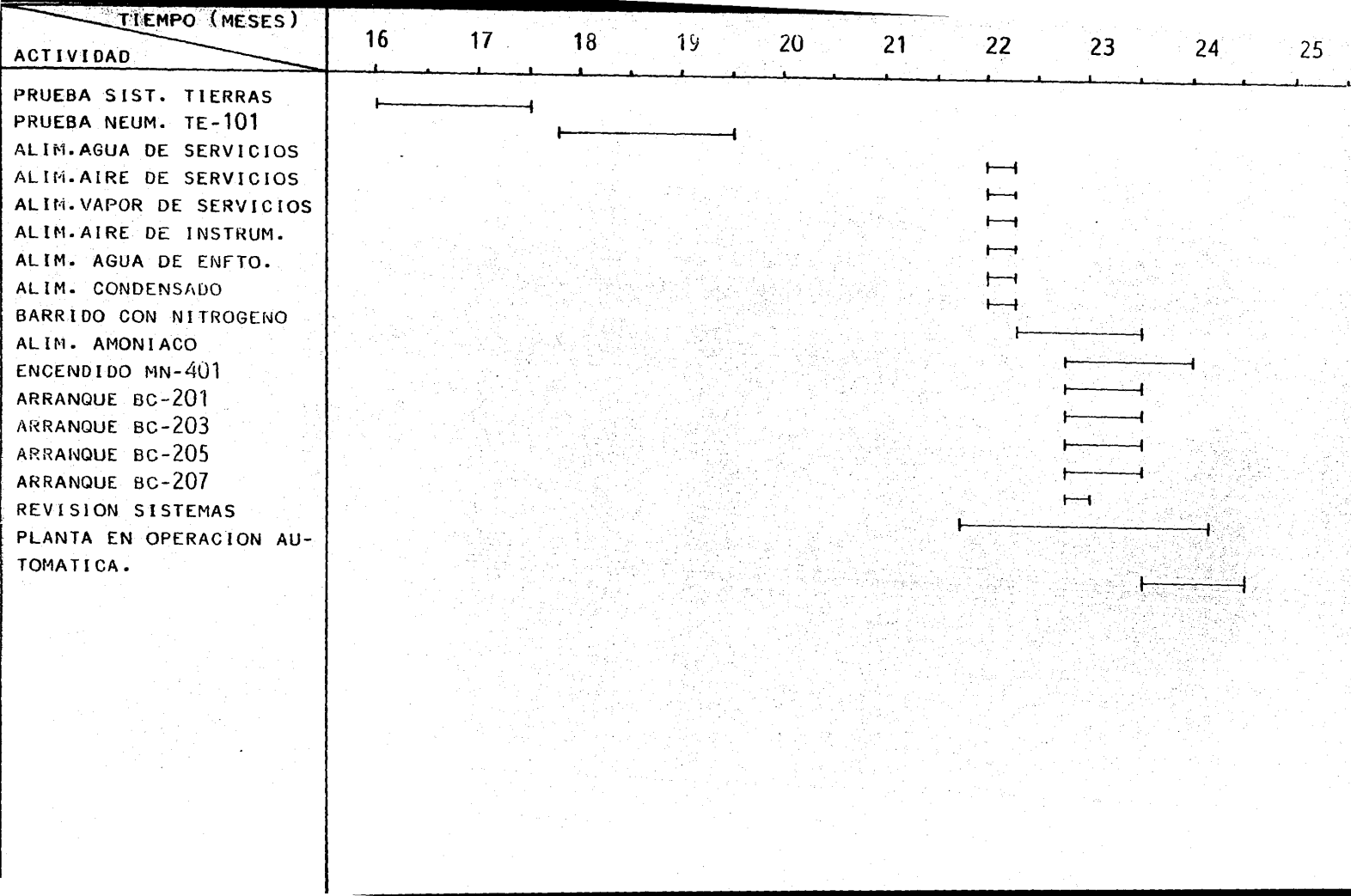






TIEMPO (MESES)





## A - PERMISOS

Para poder construir y operar una planta de proceso es necesario cubrir una serie de requisitos gubernamentales, esto es, una serie de licencias y permisos así como contratos y aprobaciones de planos realizados, que tanto el gobierno estatal como el federal tienen que conceder. Entre ellos podemos mencionar los siguientes:

- A.- Permiso para preparación de tierras.
- B.- Permiso para construir espuelas de Ferrocarril.
- C.- Licencia de construcción.
- D.- Aprobación para construcción en alrededores de aeropuertos.
- E.- Permiso para instalación telefónica.
- F.- Permiso para instalación de Radio.
- G.- Permiso de instalación eléctrica para construcción.
- H.- Contrato para suministro de energía eléctrica.
- I.- Contrato definitivo de teléfonos.
- J.- Aprobación de instalación eléctrica.
- K.- Permiso para Impacto Ambiental.
- L.- Permiso para descarga de aguas residuales.
- M.- Permisos para perforación y explotación de pozos.
- N.- Permiso sanitario.
- O.- Licencia de operación sanitaria.
- P.- Contrato de suministro de agua municipal.
- Q.- Contrato para el suministro de gas.
- R.- Permiso para uso de recipientes a presión.
- S.- Licencia de operación.
- T.- Notificación de terminación de construcción de plantas.
- U.- Contrato para suministro de Materias primas.

Flores valiosas y bellas se vayan  
entreverando está en nuestras manos,  
graciosas y olientes flores,  
ellas son nuestro atavío  
!oh príncipes!,  
solamente las tenemos prestadas en  
la tierra...

Netzahualcoyotl, 1450

CAPITULO VI

EVALUACION DE IMPACTO  
AMBIENTAL.

## A. - INTRODUCCION

El término impacto ambiental se define como un cambio significativo (positivo o negativo), sobre la calidad de la vida y de los ecosistemas de los cuales ésta depende, y que resulta de los efectos de repercusión ambiental producidos por las acciones humanas.

De acuerdo a lo anterior, el estudio del tema es complejo y requiere para su mejor solución, de un grupo interdisciplinario que incluya Ingenieros, Biólogos, Químicos, Economistas, Sociólogos, entre otros, que trabajen en forma conjunta y sistemática siempre de acuerdo al tipo de proyecto.

Podemos decir que las evaluaciones de impacto ambiental son las sistematizaciones de las diferentes modificaciones o repercusiones para obtener resultados que nos puedan orientar hacia la protección y mejoramiento del manejo de los sistemas naturales.

No se pretende que esta tesis cubra todos los aspectos relativos a la protección del ambiente. Sin embargo, se pretende dar una guía a la personas interesadas en el trabajo sistemático e interdisciplinario que requiere su análisis.

## B.- OBJETIVOS

- B.1 - Establecer los parámetros y medidas de control y manejo para proteger, conservar y mejorar la calidad del medio ambiente y con esto, incrementar el nivel de vida en los asentamientos humanos.
- B.2 - Determinar los estándares o medidas a los que se debe sujetar la realización de cualquier acción a fin de que los ecosistemas sufran una mínima alteración.
- B.3 - Un tercer objetivo que reviste gran importancia podría ser el que se refiere a la selección de la alternativa óptima del proyecto en lo referente a la ubicación, diseño, tecnología, etc.
- B.4 - La estructuración de un inventario de proyectos y sus efectos sobre el medio ambiente, que plantearía una documentación básica de referencias para proyectos o acciones posteriores.

- B.5 - La realización de un plan de usos, reservas y destinos considerando todas las implicaciones ambientales que puedan tener y definiendo áreas de protección, conservación y reservas ecológicas.
- B.6 - La predicción de los efectos potenciales de las acciones a fin de que las medidas correctivas y de mitigación puedan entrar a participar en el proyecto, en una etapa suficientemente temprana para que puedan impedir deterioros mayores.
- B.7 - Despertar en las autoridades y en los grupos de la iniciativa privada, la conciencia relativa al mantenimiento de la productividad y el mejor manejo de los recursos naturales.
- B.8 - Identificar los puntos críticos del medio ambiente en nuestro país y evitar el uso irracional de los recursos naturales con que contamos.

#### **C - TIPOS DE ACCIONES QUE REQUIEREN E.I.A.**

La decisión de establecer el proceso de impacto ambiental en México, se basa en las consideraciones contenidas en el Art. 7o. de la Ley Federal de protección al ambiente donde se indica que en el caso de planificación de obras públicas y privadas, cuando se excedan los límites mínimos permisibles marcados en los reglamentos y normas respectivos, los proyectos deberán presentarse a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, la cual dictaminará si se requiere de una manifestación de impacto ambiental.

Entre los tipos de Proyectos que debe de tener un estudio de Evaluación de Impacto Ambiental se encuentran los siguientes:

##### **C.1 - ASENTAMIENTOS HUMANOS**

- Urbanización.
- Desarrollos rurales.
- Colonización o ubicación de nuevos núcleos de población.

## **C.2 - PROYECTOS INDUSTRIALES**

- Plantas de fertilizantes.
- Planta procesadora de hierro y acero.
- Minas.
- Operaciones relativas al petróleo y sus derivados.
- Plantas productoras de papel.
- Fundiciones.
- Plantas textiles.
- Proyectos turísticos.

## **C.3 - PROYECTOS DE TRANSPORTE.**

- Centros deportivos.
- Carreteras y vías rápidas.

## **C.4 - SERVICIOS.**

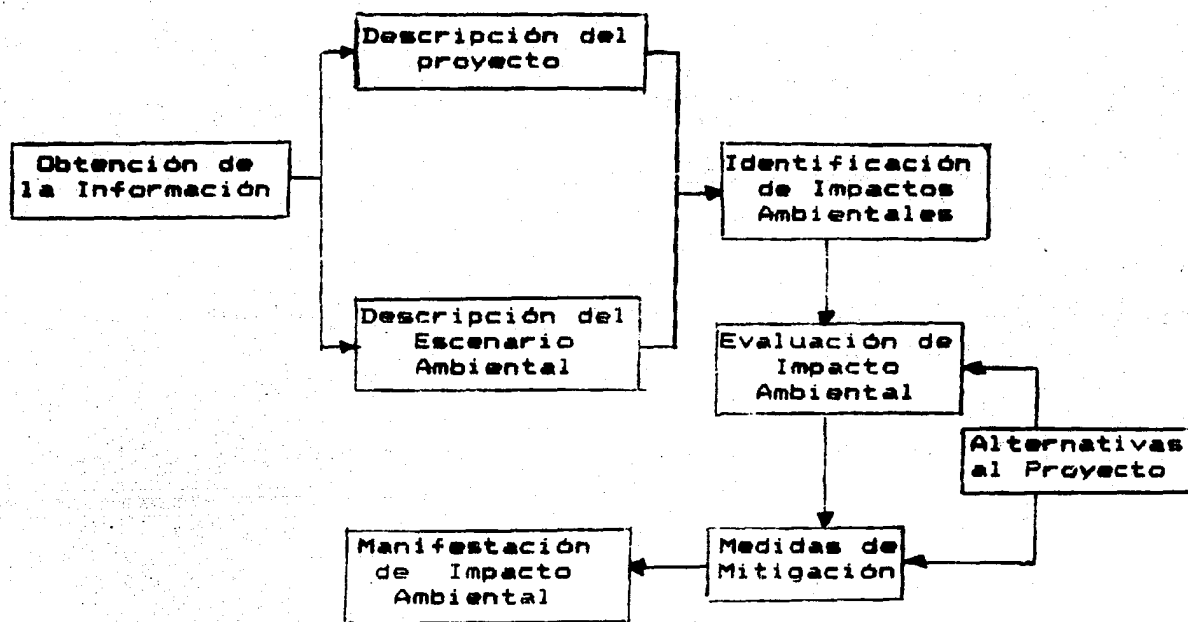
- Presas.
- Plantas generadoras de energía.
- Drenaje y plantas de tratamiento.



#### D. - PASOS QUE DEBEN SEGUIRSE EN LA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL

La evaluación de impactos ambientales, producidos por las acciones del proyecto requiere, como ya se ha mencionado, de investigaciones sistemáticas e interdisciplinarias de los impactos potenciales sobre los aspectos físicos, químicos, biológicos, culturales y socioeconómicos del medio ambiente.

Los pasos que deben seguirse en la evaluación de los impactos ambientales, se esquematizan en el siguiente diagrama.



Descripción de los pasos a seguir en las evaluaciones de impacto Ambiental.

#### D.1 - Obtención de la Información.

En este primer paso, el equipo que realizará el estudio se pone en contacto con el tipo de proyecto y su localización.

Para esto requerirá de la información del proyecto y de las características físicas, biológicas, culturales y socioeconómicas, del lugar de ubicación del proyecto, así como de su área de influencia.

En esta etapa, los miembros del equipo, solicitarán información a varias dependencias Gubernamentales y Privadas; algunas se mencionan en la tabla No. 1.

#### D.2.- Descripción del Proyecto.

La descripción del proyecto deberá contener lo necesario para su entendimiento en sus diferentes fases de construcción y de operación.

Así por ejemplo deberá contener para la fase de construcción: ubicación del proyecto, extensión del área, materiales requeridos, descripción de las acciones a detalle, cantidad de personal requerido, equipo y maquinaria a ser usada, medios de transporte a utilizar entre otros.

Para la fase de operación deberá contener lo siguiente: requerimientos de energéticos, almacenamiento de productos, generación de productos, etc.

La información proporcionada deberá ser la adecuada y suficiente, para saber las actividades que podrán causar impactos ambientales.

**TABLA No. 1**

**FUENTES DE OBTENCION DE INFORMACION**

FUENTE	INFORMACION	APLICACION
Secretaría de Programación y Presupuesto Coordinación General de Servicios Nacionales de Estadísticas. Geografía Informática.	Censos de población por Estados y por Municipios, población económicamente activa, tasas de actividad, movimientos migratorios, etc.	Aspectos socio-económicos
Dirección General de Geografía del Territorio Nacional.	Cartas: Topográficas, Climatológicas, Geológicas, Usos del Suelo, Edafológicas.	Aspectos físicos del medio ambiente
Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Dirección General de Geografía y Meteorología.	Tarjetas climatológicas de las estaciones localizadas en el país. Bando registros mensuales de Temperatura, Precipitación, Vientos, Insolación, entre otros.	Características Físicas del medio ambiente.
Subsecretaría de Planeación. Dirección General de Estudios. Dirección de Hidrología.	Boletines Hidrológicos de las Regiones Hidrológicas del país.	Descripción de las cuencas y ríos del país con datos de aforos y azolves.
Dirección General de la Fauna Silvestre. Subsecretaría Forestal y de la Fauna.	Datos sobre fauna silvestre del país y calendario cinegético.	Distribución de fauna. Re-Reglamentos para su protección. Especies en peligro de extinción.
Dirección General del Inventario Forestal.	Datos de superficies forestales y tipo de vegetación.	Evaluación de superficies forestales e identificación de la vegetación.

## FUENTE

## INFORMACION

## APLICACION

FUENTE	INFORMACION	APLICACION
Secretaría de Pesca. Dirección General de Planeación, Informática y Estadística.	Anuario Estadístico Pesquero. Datos de especies acuáticas comerciales de los diferentes litorales del país.	Volumen y valor de producción pesquera.
Dirección General de Acuicultura.	Datos de las especies acuáticas cultivadas en los diferentes litorales.	Inventario de fauna acuática.
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. Instituto de Geología Instituto de Geografía. Instituto de Biología. Instituto de Ciencias del Mar. Instituto de Ingeniería.R	Datos sobre recursos naturales renovables y no renovables del país. Estudio especializado de control ambiental.	Descripción del escenario ambiental y evaluaciones de impactos.
Consejo de Recursos no Renovables.	Datos de recursos naturales no renovables del país.	Principales recursos minerales del país y campos petroleros.
Instituto Mexicano de Recursos naturales Renovables.	Datos de factores fisicoquímicos, biológicos, sociales y económicos.	Descripción del escenario ambiental y evaluación de impactos.
Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología.	Investigaciones Científicas.	Técnicas de evaluación de Impacto Ambiental.
Secretaría de Marina. Dirección General de Oceanografía.	Cartas batimétricas de los litorales del país. Estudios Geográficos de los principales puertos del país. Investigaciones biológicas y oceanográficas de diferentes litorales del país.	Descripción de características físicas, biológicas y sociales, de puertos y litorales del país.

### D.3.- Descripción del Escenario Ambiental.

Los objetivos de la descripción del ambiente son:

-Caracterizar el área de emplazamiento del proyecto y su área de influencia.

-Tener un marco de referencia para el análisis de impacto ambiental.

En este paso se describirá detalladamente el medio ambiente existente, se describirán los factores físicos, químicos, biológicos, estéticos, culturales y socioeconómicos; siempre de acuerdo al lugar de emplazamiento del proyecto, así como al tipo de proyecto.

Esto se logrará a través de búsquedas en la literatura, y de investigaciones de campo.

Es muy importante que el equipo de trabajo conozca el lugar y realice sus investigaciones sistemáticamente, existen diversas metodologías de campo que permiten realizar estos trabajos en forma ordenada y obteniendo el máximo de información posible.

En la descripción del escenario ambiental se determinarán las áreas ambientales sensibles o críticas y serán descritas con gran detalle, particularmente se la acción propuesta puede tener un impacto en el ambiente.

### D.4 - Identificación de Impactos Ambientales.

Una vez establecidas las actividades, el proyecto y las características ambientales, se procede a identificar los impactos potenciales sobre los factores ambientales.

Existen diversas metodologías para realizar de forma ordenada dicha identificación, entre ellas se encuentra la de matriz, que es la más común; siempre y cuando no se califique, de lo contrario se estará pasando al siguiente paso de Evaluación, que se explicará posteriormente.

El análisis de impactos comprende tanto los positivos como los negativos a fin de contar con elementos para sopesar los efectos benéficos o adversos que resultarían como consecuencia de la implementación del Proyecto.

#### D.5.- Evaluación de Impactos Ambientales.

Una vez identificados los impactos ambientales se procede a su evaluación. Se han desarrollado las siguientes metodologías de evaluación:

- a.- Métodos AD-HOC
- b.- Sobreposición de mapas.
- c.- Listas de "chequeo".
- d.- Matrices
- e.- Redes.
- f.- Modelos matemáticos.

##### a.- Método AD-HOC.

Proveen de una guía mínima para la evaluación total de impactos, menciona las áreas de posibles impactos y su naturaleza general.

La evaluación se realiza integrando un grupo con especialistas de diferentes disciplinas para identificar impactos en su área de especialidad.

Esta evaluación es cualitativa y puede basarse en evaluaciones subjetivas o intuitivas.

##### b.- Métodos de sobreposición de mapas.

Se basa en obtener un juego de mapas de las características ambientales del área del proyecto (físicas, ecológicas, sociales). Estos mapas son sobrepuestos para producir una caracterización compuesta del ambiente regional.

Los impactos son identificados, anotando las características ambientales afectadas en los alrededores del área del proyecto.

Este método es bueno para identificar ciertos tipos de impactos. Sin embargo no es útil para cuantificar impactos ó identificar interacciones secundarias ó terciarias.

c.- Listas de "Chequeo".

Este método empieza con una lista de las áreas de impacto potencial.

El siguiente paso es evaluar el carácter o naturaleza del impacto. Esto se realiza con un término descriptivo como "adverso o benéfico", de "largo" o de "corto" término, "ningún efecto" o "efecto significativo".

Desafortunadamente este tipo de métodos no provee el establecimiento de uniones causa-efecto para varias actividades del proyecto, y generalmente no incluyen una interpretación de todos los impactos ambientales colectivos.

d.- Métodos de matriz.

El método se basa en incorporar una lista de actividades del proyecto ó acciones, con una lista de chequeo de condiciones ambientales o características que pueden ser afectadas y combinando estas listas como ejes horizontal y vertical para una matriz, permite la identificación de relaciones causa-efecto entre las actividades específicas de impactos.

La entrada en la casilla de la matriz puede ser una estimación cualitativa o cuantitativa de todas las relaciones causa-efecto. La última, en muchos casos combina con un esquema de peso que lleva un marcador de impacto total.

e.- Métodos de Red.

El método de red intenta extender el tema de la matriz introduciendo redes de causa - condición - efecto el cual permite la identificación de efectos acumulativos o indirectos. Este tipo de métodos es básicamente un intento para reconocer que una serie de impactos pueden ser provocados por una acción del proyecto. De ahí que este tipo de métodos provea de un camino de aproximación de la identificación de efectos de segundo y tercer orden.

La idea es empezar con una actividad del proyecto e identificar los tipos de impactos los cuales podrían ocurrir inicialmente. El siguiente paso es seleccionar cada impacto e identificar los tipos que pueden ser inducidos como resultado del proyecto. Este proceso es repetido hasta que todos los impactos posibles han sido identificados.

El principal problema en la construcción de las redes causa - condición - efecto es alcanzar el grado de detalle necesario para informar las decisiones.

Por otro lado, si los cambios de condiciones ambientales son descritos en detalle y todas las posibles interrelaciones son incluidas, el resultado de las redes de impacto podría ser extenso y complejo para ser realmente útil.

#### f.- Modelos Matemáticos.

Existen en la literatura diversos modelos para evaluar cuantitativamente impactos específicos, por ejemplo ruido, erosión, calidad del agua, calidad del aire, entre otros.

#### D.6 - Alternativas de la acción propuesta.

El proceso de impacto ambiental, debido a su naturaleza dinámica exige al realizador plantear alguna alternativa cuando el análisis de impacto arroja resultados de incompatibilidad en cualquiera de sus aspectos.

Es así como esta acción de alternativas requiere de una atención especial para evitar pérdidas mayores, con el peligro que al evaluar cada una de las propuestas se pueda caer en grandes pérdidas de tiempo aplazando proyectos y obstaculizando la fluidez de las acciones.

Sin embargo, es muy necesario que al plantear algún obstáculo para la realización de cualquier acción se estructure una alternativa lógica que puede ser analizada tanto por el ejecutivo de la acción como por las autoridades competentes que tienen que decidir el posible desarrollo del proyecto.

El planteamiento y estructuración de un paquete de alternativas nos puede conducir a conclusiones que ahorren dinero, eviten problemas futuros y nos permitan incrementar y proteger la calidad de nuestro medio ambiente.

Estas pueden ser dirigidas a varios niveles y en diferentes fases del desarrollo de un proyecto desde alternativas de no acción, de cambio, o de modificaciones cronológicas, hasta cambios o pequeñas modificaciones al proceso.

#### - Alternativas razonables de acción.

Al tocar un punto como éste, se hace necesaria la participación de las partes interesadas en el desarrollo del proyecto, ya que la palabra razonable implica en muchas de las ocasiones, confusiones muy graves.



Será necesario un replanteamiento o un análisis minucioso de los objetivos y procedimientos de cada alternativa de manera que no se pierda la perspectiva de:

- Mejorar o conservar las condiciones ambientales.
- Evitar efectos adversos a las condiciones de estabilidad ecológica.

Cuando se analizan las alternativas se deben de tomar en cuenta:

- i - Costos. - Dar una idea cuantitativa real de los costos que va a generar la protección del medio y si éstos son detrimentales al proyecto en alguna de sus fases.

Corto, largo y mediano plazo. - Aquí es importante demostrar cómo el deterioro ecológico es siempre reversible y costoso al proyecto, y los costos sociales que implica el desarrollo de acciones sin control. (Internalizaciones de Costo)

- ii - Beneficios.- Beneficios sociales, económicos, ambientales de cualquier cambio o modificación.
- iii - Riesgos. - Estos incluyen detalles específicos referentes al potencial de impacto que pueda tener la acción con cada alternativa. Estas consecuencias deberán tener una estructuración cuantitativa en la mayor parte de los casos, de manera de poderlos comparar con los costos y los beneficios esperados.

Cuando se plantean este tipo de alternativas las opciones de solución pueden caer dentro de los siguientes aspectos:

- \* Reprogramación de la acción.- Considérense los efectos de atrasar la acción hasta nuevas opciones de control (la acción para cuando hayan surgido nuevas características estacionales).
- \* Modificación de plan.- Planteese la opción de modificar el plan que va desde ajustes al proceso hasta reubicación o cambio total del mecanismo de producción.
- \* Cambio de ubicación.- Presentar las alternativas mencionadas anteriormente con los cambios que más favorezcan a la protección del medio.
- \* Alternativas compensatorias (compensan pérdidas).- Cuando se prevén daños / se proponen medidas compensatorias para repararlos.

#### D.7 - Medidas de Mitigación.

Uno de los objetivos de la presentación de la manifestación de Impactos Ambientales es que el manifestante considere y proponga todas aquellas medidas de atención tendientes a minimizar los impactos propios del proyecto.

#### D.8.-Manifestación de Impacto Ambiental.

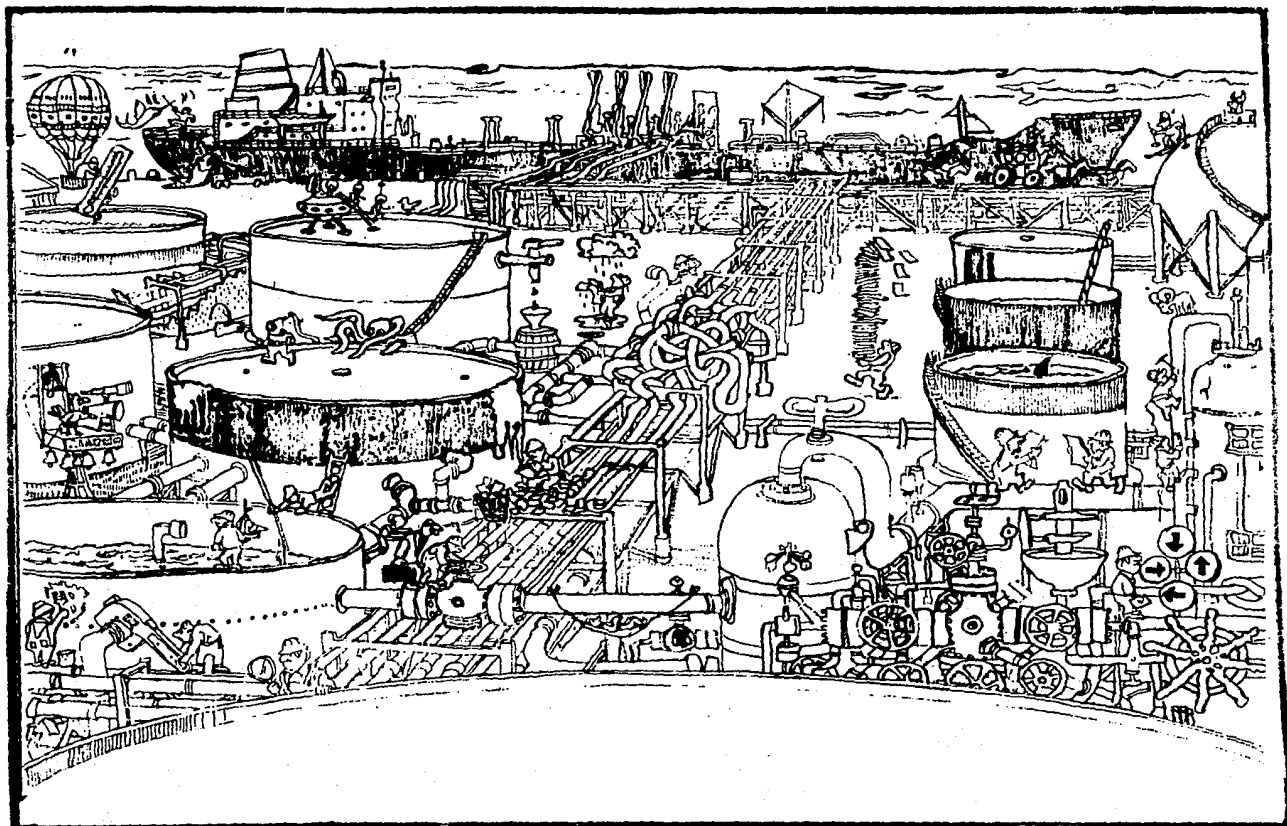
Es el documento que contiene la integración de los pasos anteriores, debe contener, los antecedentes del proyecto propuesto, los elementos analíticos empleados, las proyecciones o especulaciones ambientales que hayan sido necesarias de tomar en cuenta.

#### D.7 - Medidas de Mitigación.

Uno de los objetivos de la presentación de la manifestación de Impactos Ambientales es que el manifestante considere y proponga todas aquellas medidas de atención tendientes a minimizar los impactos propios del proyecto.

#### D.8.-Manifestación de Impacto Ambiental.

Es el documento que contiene la integración de los pasos anteriores, debe contener, los antecedentes del proyecto propuesto, los elementos analíticos empleados, las proyecciones o especulaciones ambientales que hayan sido necesarias de tomar en cuenta.



- "POR FIN, LO HEMOS CONSTRUIDO" -

## CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES  
GENERALES

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Realizando un análisis de los objetivos de este trabajo, podemos concluir lo siguientes:

- a.- Se selecciona la alternativa más adecuada, tanto técnica como económicamente, para almacenar 3500 toneladas métricas de amoníaco en Lombarda, Tabasco desarrollando su Ingeniería Básica y fijando las bases para la realización de la Ingeniería de Detalle.
- b.- Se informa de las propiedades, manejo y seguridad en el empleo de amoníaco anhidro.
- c.- Se presenta una metodología con las suficientes bases para que una industria de pequeña o mediana escala, pueda desarrollar con eficiencia y seguridad un proyecto de ampliación o bien la creación de una planta nueva.
- d.- Se proporcionan conceptos claves para diseño, extraídos de los códigos o estándares norteamericanos, ya que son éstos, los más aceptados en nuestro país.
- e.- Se indican los procedimientos de cálculo a seguir para el diseño de equipos, tuberías, así como para llevar a cabo estimaciones de costos.
- f.- Se da la información indispensable en cuestiones contractuales dentro de un proyecto.
- g.- Se suministran las bases organizacionales necesarias, para integrar un grupo de proyectos dentro de una compañía dedicada a la producción.
- h.- Se proporcionan diferentes metodologías para llevar a cabo una estimación de costos en diferentes etapas del proyecto.
- i.- Se sientan las bases para el desarrollo de un estudio de impacto ambiental, indispensable en la ejecución de cada proyecto.

- j.- Se proporciona la información complementaria suficiente para que un Ingeniero Químico recién egresado, pueda enfrentar sin sorpresas el agresivo y multidisciplinario medio de la Ingeniería de Proyectos.
- k.- Se sientan las bases suficientes para el desarrollo de nuevas tesis de diferentes disciplinas.

Para el personal docente de la materias de Ingeniería de Procesos, Diseño de Equipo, Tecnología de Servicios, específicamente, y en general, todas las materias de Ingeniería Química, se presenta una amplia información para el mejor desenvolvimiento de su cátedra, por lo cual, se solicita la difusión de este trabajo por parte de los maestros, sinodales y asesores.

Para la industria mexicana, los autores se comprometen a promover esta tesis.

Como una recomendación particular, se sugiere a las personas deseosas de profundizar en este tema consultar la bibliografía que se proporciona, desglosada por capítulos.

Lej. 34  
Tom. II

Si comienza uno con certezas,  
terminará con dudas;  
más si se conforma con comenzar  
con dudas,  
llegará a terminar con certe-  
zas.

F. Bacon.

CAPITULO VII  
MEMORIAS DE CALCULO



**A. - BASES PARA ALTERNATIVAS I Y III**





LOMBARDA, TABASCO  
DESCRIPCION

PROYECTO NO.  
PAN-1963-001

CALCULO  
JMR

NOMENCLATURA DE BASE ALTER.  
NATIVAS I y III

HOJA 1 DE 2

FECHA  
JUNIO, 62

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
$Q_s, Q_c$								
$A_s, A_c$								
$A_r, A_{r2}$								
$A_{r1}, A_{r2}$								
$A_c, A_{c1}, A_{c2}$								
$B, B_1, B_2$								
$C, C_1, C_2$								
$D_{ext}, D_{int}, D_m$								
$E, E_1, E_2$								
$F, F_1, F_2$								
$G_s, G_p$								
$G_i$								
$h, h_{ext}, h_{int}, h_m$								
$J_n$								
$K, K_1, K_2$								
$L, L_1, L_2$								
$L_T$								
$N, N_1, N_2$								
$N_p, N_{p1}, N_{p2}$								
$P_0, P_{01}, P_{02}$								
$R, R_1, R_2$								
$Q_s, Q_r, Q_c$								
$Q_c, Q_r$								
$Q_T, Q_{c1}, Q_{c2}$								
$Q_{ds}$								
$R, R_1, R_2$								
$R_1, R_2, R_3$								
$R_1, R_2, R_3$								
$R_p$								
$S, S_1, S_2$								

= ABSORPTIVIDAD DE CALOR (S); AREA DE FLUJO POR TUBOS; AREA POR PIE LINEAL DE TUBERIA (CARRAMA); DE COCARRA (C)

= AREA DE TRANSFERENCIA DE CALOR (A); EFECTIVA PARA RADIACION SOLAR (A<sub>r</sub>); DE TRANSFERENCIA POR RADIACION (R); LOGARITMICA MEDIA (Lm); EXTERIOR (EXT); INTERIOR (INT); AREA TOTAL (A<sub>t</sub>); DE CONDENSACION (C); DE DESHIBRECAMIENTO (DE)

= POTENCIA HIDRAULICA; ESP DE BATES

= PERFORANCIA PARA CORROSION; DEFICIENTE SOLAR (S); CALORIFICO (R)

= DIAMETRO EXTERIOR (EXT) Y DIAMETRO EFECTIVO PARA TRANSFERENCIA POR RADIACION SOLAR (E<sub>r</sub>); DIAMETRO INTERIOR (INT); AREA METAL DE TUBO INTERIOR CAMBIADA y DIAMETRO EQUIVALENTE PARA ANULO (E<sub>a</sub>)

= SENSIBILIDAD DE CALOR (S); EFICIENCIA DE SOLDADURA; ESPESOR NETO

= FLUJO; FACTOR DE FRICCION

= MASAS VELOCIDAD PARA: COCARRA (S); TUBO INTERIOR (P); COCARRA DE CONDENSACION (CARRAMA)

= ALTURA DE LIQUIDO EN LA ESFERA y COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE AISLAMIENTO (K<sub>aisl</sub>); COEFICIENTE DE CONVECCION AL AIRE (C<sub>air</sub>); TRANSFERENCIA TUBO EXTERIOR (C<sub>o</sub>); TUBO INTERIOR (C<sub>i</sub>); INTERIOR A EXTERIOR (C<sub>ib</sub>)

= RELACION DE PNEUMAT, Y DIAMETRO, PARA CUALIAR LOS COEFICIENTES

= RELACION DE CAPACIDADES CALORIFICAS; CONDUCTIVIDAD DE AISLAMIENTO (K<sub>aisl</sub>); CONDUCTIVIDAD DE LOS FLUIDOS; CONDUCTIVIDAD DE PELICULA (C<sub>f</sub>)

= LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBERIAS (L<sub>e</sub>); LONGITUD DE CAMBIADORES DE CALOR (C); LONGITUD TOTAL DE MANGUILLAS (L<sub>T</sub>)

= NUMERO DE CRUCES DE FLUIDO EN TUBOS EN COCARRA (C<sub>r</sub>); NUMERO DE MOLES; NUMERO DE CORROS TRANSUE (C<sub>T</sub>)

= PRESION DE DESCARGA (D); PRESION DE DISEÑO (D<sub>is</sub>); PRESION REDUCIDA (R); PESO MOLECULAR (P<sub>m</sub>)

= CALOR DE RADIACION SOLAR (S); CONDUCCION A LA ESFERA (K); CONVECCION DE LA ESFERA (C); RADIACION DE LA ESFERA (R)

= CALOR TOTAL (T); DE CONDENSACION (C); DE DESHIBRECAMIENTO (DE)

= RADIO DE LA ESFERA; DISTANCIA RADIAL DEL NIVEL (VER FIG 1); FACTOR DE AISLAMIENTO (K<sub>aisl</sub>); CONSTANTE DE LOS GASES (P<sub>rima</sub>); RELACION DE COMPRESION; NUMERO DE REYNOLDS COCARRA (C<sub>c</sub>); REYNOLDS DE LOS TUBOS (C<sub>p</sub>)

= DENSIDAD RELATIVA DE PELICULA (F); ESFUERZO PERMISIBLE; DENSIDAD RELATIVA (P<sub>rima</sub>)





UNIDAD

LOMBARDO, TIBRASCO

DESCRIPCION

CALCULO DE ESFERA DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO

PLANTA

ALM. DE NH<sub>3</sub>

PROYECTO NO.

PAI-1980-001

AREA

100

HOJA

1

DE

3A

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

ABRIL, 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

## ALTERNATIVAS I y III

## CALCULOS GENERALES:

## a) DIAMETRO:

$$V = \frac{\pi}{6} D^3 \Rightarrow D_{\text{int}} = \left[ \frac{6V}{\pi} \right]^{1/3}$$

CONSIDERAMOS LA ESFERA LLENA AL 85% (CASES DE DISEÑO)

$$V = \frac{\text{CAP. ALMTO.}}{0.85 \rho_A}$$

$$\rho_A = 636.5 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{CAP. ALMTO.} = 3500000 \text{ Kg}$$

$$V = \frac{3500000 \text{ Kg}}{0.85 \times 636.5 \text{ Kg/m}^3} = 6429.2 \text{ m}^3$$

$$D = \left[ \frac{6 \times 6429.2 \text{ m}^3}{\pi} \right]^{1/3} = 23.12 \text{ m} \approx \underline{23 \text{ m}}$$

## b) CALCULO DEL NIVEL DE OPERACION:

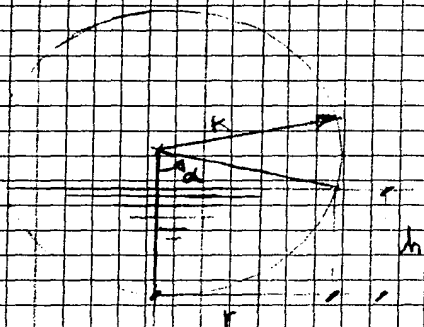


Fig. 1

$$\cos \alpha = \frac{r}{R}$$

$$\cos \alpha = \frac{R-h}{R} = 1 - \frac{h}{R}$$

EL VOLUMEN DE UN SEGMENTO ESFERICO ES:

$$V = \frac{1}{6} \pi h (3r^2 + h^2) \quad \text{Perimetro } S^{\text{ext}} \text{ del } p = 2\pi r$$

$$h = R(1 - \cos \alpha)$$

$$r = R(\sin \alpha)$$



UNIDAD

LIMBERDA, TABASCO

DESCRIPCION

CALCULO ESFERA ALMACENA  
MIENTOS DE AMONIACO

PLANTA

ALM. DE NH<sub>3</sub>

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

100

HOJA

DE

2 34

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

ABRIL, 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

SE SUPONERA UN ANGULO; SE  
CALCULARA EL VOLUMEN DE LIQUIDO  
Y CUANDO CORRESPONDA AL 85% DEL  
TOTAL, SE TENDRA EL NIVEL NORMAL

$$h = 11.50 (1 - \cos \alpha)$$

$$r = 11.50 \sin \alpha$$

$$V = 0.52h (3r^2 + h^2)$$

$$\rightarrow 90^\circ < \alpha < 150^\circ$$

$\alpha$	$h$ (m)	$r$ (m)	$V$ (m <sup>3</sup> )	% V
135	19.63	8.13	5957.49	82.99
120	17.25	7.71	5338.65	82.52
123	17.76	8.54	5490.13	84.97
123.5	17.85	8.57	5518.73	85.00 ←

POR LO TANTO EL NIVEL NORMAL DE  
OPERACION SE TOMA N 17.85 m



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

CÁLCULO DE ESFERA DE ALMA:  
CENAMIENTO DE AMONIACO

PLANTA

ALM. DE NH<sub>3</sub>

PROYECTO NO.

PDA-1980-001

AREA

100

HOJA

3

DE

34

DEPTO.

PROCESO/MECANICA

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

26 ABRIL 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

c) CÁLCULO DE ESPESOR DE PLACA

DE ASME VIII DIV. I p. UW-12, UG-27 y TABLA UCS-23

$$t = \frac{P_{D,12}}{2SE - 0.2P_1} + C$$

$$P_{D,12} = 4.63 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} - 1.03 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} + 1.75 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 5.35 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 76.1 \text{ PSIG}$$

DE CRITERIO DE DISEÑO

$$R = \frac{23 \text{ m} \times \text{m}}{2 \times 0.0254 \text{ m}} = 452.76 \text{ m}$$

C = 1/64" DE CRITERIO DE DISEÑO MECANICO  
S = 17500 PSIG A-515 AW

E = 1 (TOTALMENTE  
RADIografiado)

$$t = \frac{76.1 \times 452.76}{(2 \times 17500 - 0.2 \times 76.1)} + \frac{1}{64}$$

$$t = 1.00 \text{ m}$$

SE SELECCIONA EL ESPESOR COMERCIAL DE 1"  
PARA EL CASQUETE SUPERIOR

EN LA PARTE INFERIOR SE DEBE CONSIDERAR ADEMÁS LA COLUMNA DE AMONIACO:

$$h = 23 \text{ m} = 75.46' \times 0.6365 = 20.79 \text{ psi}$$

$$\frac{20.79}{2.31} = 1.46 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

CON LA ESFERA TOTALMENTE  
LLENA



UNIDAD

DESCRIPCION

LONBAADA, TABASCO

CÁLCULO DE ESFERA DE ALMA-  
CENAMIENTO DE AMONIACO

PLANTA

ALM DE NH3

PROYECTO NO.

ALM DE NH3

AREA

100

HOJA

4

DE

3A

DEPTO.

PROCESO / MECANICO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

26 ABRIL 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$ASC \quad Pd = 76.11 + 20.79 = 96.89 \text{ psig}$$

$$t = \frac{96.89 * 452.76}{(2 * 17500 * 1.02 * 96.89) + 1/64"} =$$

$$t = 1.27" \text{ in}$$

SE SELECCIONA EL ESPESOR COMERCIAL  
DE  $1\frac{5}{16}"$  PARA EL FONDO DE LA ESFERA

PARA CALCULAR LOS TERMO DINAMICOS SE CONSIDERA  
EL ESPESOR PROMEDIO DE AMBOS, ES DECIR  $1\frac{1}{8}" = 2.86 \text{ cm}$



UNIDAD

LOMBARDIA TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN LA TORRE DE ALMACEN  
ELEMENTO DE AMONIACO

PLANTA

ALM. DENM3

DEPTO.

PRACE 5 J

PROYECTO NO.

PAA-1782-001

CALCULO

JMR

AREA

10m

APROBO

HOJA

5

DE

34

FECHA

26 ABRIL 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

#### d) TEMPERATURA DE CONDENSACION DE AMONIACO

LA TEMPERATURA DE CONDENSACION DEL AMONIACO ES UNA FUNCION DE LA TEMPERATURA DEL AGUA DE ENFRIAMIENTO QUE A SU VEZ ES FUN. DE LA TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO DEL AIRE

LA TEMPERATURA DE CONDENSACION DEL AMONIACO SERA CONSIDERADA COMO LA TEMPERATURA DEL AGUA DE ENFRIAMIENTO MAS UN AUMENTO DE  $5.56^{\circ}\text{C}$  (10°F)

$$T_{CA} = T_{AE} + 5.56$$

SEGUN LA ENCLAVE LA TEMPERATURA DEL AIRE  $T_{AE} = 39^{\circ}\text{C}$

DE ESTA FORMA

$$T_{CA} = 44.56^{\circ}\text{C}$$

COMENTARIO: EN CASO DE NO DISPONER DE LA TEMPERATURA DEL AGUA DE ENFRIAMIENTO UNA BUENA APROXIMACION ES SUPONER QUE LA TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO ES EL LIMITE TEORICO DE ENFRIAMIENTO PARA EL AGUA EN UNA TORRE COMO TAMBIEN LA EFICIENCIA DE LA MISMA NO ES 100% A MENOS CONSIDERAR UN APROXIMACION A ESTA TEMPERATURA, LA PRACTICA COMUN ES USAR UN AUMENTO DE  $5.56^{\circ}\text{C}$  (10°F)

#### e) PRESION DE DESCARGA COMPRESOR

DESDE LA TORRE SE ADICIONA EN CAMBIA SIN DE CAJER, LINEAS Y SIEMPRE MAS DE ACEITE (DEBIDO A QUE SE TRATA DE UN SECCION) PUEDE CONSIDERARSE QUE LA PRESION DE DESCARGA DEL COMPRESOR SERA LA PRESION DE SATURACION CORRESPONDIENTE A LA TEMPERATURA DE CONDENSACION DEL AMONIACO DE ESTA FORMA DE LA TABLA A

$$P_D = 17.92 \text{ Kg/cm}^2 \text{ abs}$$

UNIDAD	PLANTA	DEPTO.
DESCRIPCION	ALM DE NH <sub>3</sub>	PROCESO
	PROYECTO NO.	CALCULO
	PAA-1980-001	JMR
	AREA.	APROBO
	100	
	HOJA	DE
	6	34
		FECHA
		1A - MAYO - 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

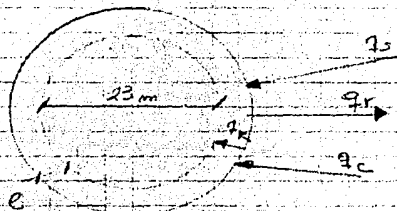
F) CALOR ABSORBIDO DE LA ATMOSFERA POR LA ESFERA

CONSIDERACIONES:

- VELOCIDAD DEL VIENTO CERO, MÁXIMA TEMPERATURA DEL AIRE
- MÁXIMA RADIACION SOLAR (MES MAS CALIENTE, DIA CLARO, HORA MAS CALIDA)
- SUPERFICIE DEL AISLANTE UNIFORME PARA TODA LA ESFERA
- LANA BLANCA USADA COMO PINTURA SUPERIOR
- NO EXISTE RETORNO DE RADIACION DESDE LA ATMOSFERA
- AISLANTE POLIURETANO ESPUMADO
- ESPESOR DE LANA PROMEDIO, CONSTANTE Y UNIFORME
- RESISTENCIA A LA TRANSFERENCIA DE CALOR QUE OFRECE LA PELICULA DE LIQUIDO FORMADA ENTRE LA PARED METALICA DE LA ESFERA Y EL SENO DEL AMONIACO LIQUIDO EN SU INTERIOR, DESPRECIABLE.

F.1) - CALCULO DE TEMPERATURA DE SUPERFICIE

SE LLEVARA A CABO UN BALANCE EN LA SUPERFICIE EXTERIOR BAJO DOS CONDICIONES: 1) LA ESFERA LLENA Y 2) CUANDO LA MISMA ESTE VACIA



1) RADIACION ESPERADA:

$$q_s = \alpha_s A_{es} C_s$$

$$C_s = 1099.97 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h}}$$

PARA LATITUD 18° (CENTRABANDOS P. 20.99)  
PARA 10-5 f. (P. 20.99)





UNIDAD

LOMBARDA, TABAICO

DESCRIPCION

BALANCE EN ESFERA DE ALMACENAMIENTO  
DE AMONIACO

PLANTA

ALM. DE NH<sub>3</sub>

DEPTO.

PROCESO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

CALCULO

JMR

AREA

1.0

APROBO

HOJA

7

DE

34

FECHA

17 MAYO 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

SE PROBARÁN TRES ESPESORES DE AISLAMIENTO: 2.54 cm (I), 5.08 cm (II) y 7.62 cm (III) CONSIDERANDO UN DISCO O UNA ESFERA PROYECTADA EN UN PLANO

$$A_{EF} = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$A_{EF}^I = \frac{\pi}{4} \left( 23 \text{ cm} + 2 \left( \frac{2.54}{100} \right) + 2 \left( \frac{2.86}{100} \right) \right)^2 = 419.39 \text{ cm}^2$$

$$A_{EF}^{II} = \frac{\pi}{4} \left( 23 \text{ cm} + 2 \left( \frac{5.08}{100} \right) + 2 \left( \frac{2.86}{100} \right) \right)^2 = 421.23 \text{ cm}^2$$

$$A_{EF}^{III} = \frac{\pi}{4} \left( 23 \text{ cm} + 2 \left( \frac{7.62}{100} \right) + 2 \left( \frac{2.86}{100} \right) \right)^2 = 423.08 \text{ cm}^2$$

EN ESTADO ESTABLE, EN UN CASERO AIS

$$Q_s = E_s$$

$$E_s = 0.8 - 0.95 \text{ (PEARL 10-95 5<sup>th</sup> ed.) } (37^\circ\text{C} - 93^\circ\text{C})$$

SE CONSIDERARÁ LA MÁXIMA ABSORPTIVIDAD

$$Q_s^I = 0.95 * 419.39 * 1049.47 = 418.130.10 \text{ kcal/hr}$$

$$Q_s^{II} = 0.95 * 421.23 * 1049.47 = 419.964.80 \text{ kcal/hr}$$

$$Q_s^{III} = 0.95 * 423.08 * 1049.47 = 421.811.90 \text{ kcal/hr}$$

b) CÁLCULO DEL CALOR CONDUCCION A TRAVÉS DEL AISLANTE Y PARED METALICA

SE CONSIDERARÁ LA ESFERA COMPLETAMENTE LLENA DE LÍQUIDO (SE DESPRECIARÁ EL EFECTO DE LA CONDUCTIVIDAD DEL VAPOR FRENTE A LA DEL LÍQUIDO)

b.1) CONDUCTIVIDAD DEL AISLANTE:

$$K_{AIS} = 1.488 \text{ kcal/m}^{\circ}\text{C}$$

$\frac{\text{m}^{\circ}\text{C}}{\text{cm}}$

SE CONSIDERARÁ 50% DE EFICIENCIA DE AISLAMIENTO



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN ESFERA DE ALMACENAMIENTO DE AMONIAO

PLANTA

ALM. DE NH<sub>3</sub>

DEPTO.

PROYECTO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

CALCULO

JMR

AREA

100

APROBO

HOJA

8

DE

34

FECHA

17 MAYO 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$h_{k_{ext}^I} = 1.488 * \frac{1}{2.54} * \frac{1}{0.5} = 1.17 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

$$h_{k_{ext}^{II}} = 1.488 * \frac{1}{5.08} * \frac{1}{0.5} = 0.59 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

$$h_{k_{ext}^{III}} = 1.488 * \frac{1}{7.62} * \frac{1}{0.5} = 0.39 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

b.2) CONDUCTIVIDAD DEL METAL:

$$k_{acero} = 3869 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{cm}}$$

$$h_{k_{acero}} = 3869 * \frac{1}{2.86} = 1352.79 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

b.3) FERRA DE ENSUCIAMIENTO

$$R_d = 0.0002 \frac{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}{\text{kcal}}$$

b.4) CALCULO DEL COEFICIENTE GLOBAL

$$\frac{1}{U_k} = \frac{1}{h_{k_{ext}^I}} + \frac{1}{h_{k_{ext}^{III}}} + R_d$$

$$\frac{1}{U_k^I} = \frac{1}{1.17} + \frac{1}{1352.79} + 0.0002 = 0.86 \Rightarrow U_k^I = 1.17 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

$$\frac{1}{U_k^{II}} = \frac{1}{0.59} + \frac{1}{1352.79} + 0.0002 = 1.70 \Rightarrow U_k^{II} = 0.59 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

$$\frac{1}{U_k^{III}} = \frac{1}{0.39} + \frac{1}{1352.79} + 0.0002 = 2.57 \Rightarrow U_k^{III} = 0.39 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

b.5) CALCULO DEL AREA LOGARITMICA MEDIA

$$A_{em} = \frac{A_{ext} - A_{int}}{\ln \frac{A_{ext}}{A_{int}}}$$

UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

 BALANCE EN CSEGA DE ALMA-  
CENTAMIENTO DE AMONIACO

PLANTA

 ALM. DE NH<sub>3</sub>

PROYECTO NO.

PAB-1980-041

DEPTO.

proceso

CALCULO

JMS

AREA

100

APROBO

HOJA

4

DE

34

FECHA

17 MAYO 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$A_{ext} = \pi D_{ext} L$$

$$A_{ext}^I = \pi \left( 23 + \frac{2}{100} (2.54 + 1.88) \right)^2 = 1677.55 \text{ m}^2$$

$$A_{ext}^{II} = \pi \left( 23 + \frac{2}{100} (5.08 + 2.84) \right)^2 = 1684.93 \text{ m}^2$$

$$A_{ext}^{III} = \pi \left( 23 + \frac{2}{100} (7.62 + 2.84) \right)^2 = 1692.33 \text{ m}^2$$

$$A_{int} = \pi D_{int}^2 = \pi (23)^2 = 1661.90 \text{ m}^2$$

$$A_{ext}^I = \frac{1677.55 - 1661.90}{\ln \frac{1677.55}{1661.90}} = 1669.71 \text{ m}^2$$

$$A_{ext}^{II} = \frac{1684.93 - 1661.90}{\ln \frac{1684.93}{1661.90}} = 1673.39 \text{ m}^2$$

$$A_{ext}^{III} = \frac{1692.33 - 1661.90}{\ln \frac{1692.33}{1661.90}} = 1677.07 \text{ m}^2$$

b. 6) CALCULO DE CALOR

$$q_k = U_k A_{ext} (T_s - T_{int})$$

$$q_k^I = 1.17 * 1669.71 (T_s - 274.66) = 1953.56 T_s - 536564.98$$

$$q_k^{II} = 0.59 * 1673.39 (T_s - 274.66) = 987.31 T_s - 271171.85$$

$$q_k^{III} = 0.39 * 1677.07 (T_s - 274.66) = 654.06 T_s - 179643.38$$

UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCIÓN

 BALANCE EN ESFERA DE ALMA-  
CENAMIENTO DE AMONIA CO

 PLANTA  
ALM. DE NH<sub>3</sub>

DEPTO. PROCESO

 PROYECTO NO.  
PAA-1980-001

CALCULO

AREA

130

APROBO

JMR

HOJA

10

DE

34

FECHA

17 MAYO 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

C) CALCULO DEL CALOR PERDIDO POR CONVECCION

$$Q_c = h_a A_{ext} (T_{amb} - T_s)$$

$$T_{amb} = 313.16^\circ K$$

$$h_a = 2.25 \frac{Kcal}{hm^2C} \quad (\text{para } 4^\circ \text{ a } 10^\circ C)$$

$$A_{ext}^I = 1677.55 m^2 \quad \text{de } b=5$$

$$A_{ext}^{II} = 1684.93 m^2$$

$$A_{ext}^{III} = 1692.33 m^2$$

$$Q_c^I = 1677.55 * 2.25 * (313.16 - T_s) = 1162018.5 - 3774.49 T_s$$

$$Q_c^{II} = 1684.93 * 2.25 * (313.16 - T_s) = 1187218.5 - 3791.09 T_s$$

$$Q_c^{III} = 1692.33 * 2.25 * (313.16 - T_s) = 1192432.6 - 3807.74 T_s$$

d) CALCULO DEL CALOR PERDIDO POR RADIACION

$$Q_r = 4.926 * 10^{-8} \epsilon A_r T_s^4$$

DESPRECIANDO LA RADIACION EMITIDA POR LA PARTE EN SOMBRAS DE LA ESFERA, EL AREA DE RADIACION SERA UN HEMISFERIO

$$A_r^I = \frac{\pi}{2} D_{ext}^2 = \frac{\pi}{2} \left( 23 + \frac{2}{100} (2.54 + 2.86) \right)^2 = 838.77 m^2$$

$$A_r^{II} = \frac{\pi}{2} D_{ext}^2 = \frac{\pi}{2} \left( 23 + \frac{2}{100} (5.08 + 2.86) \right)^2 = 842.47 m^2$$

$$A_r^{III} = \frac{\pi}{2} D_{ext}^2 = \frac{\pi}{2} \left( 23 + \frac{2}{100} (7.62 + 2.86) \right)^2 = 846.17 m^2$$

CONSIDERANDOR LA MENIMA CULSIVIDAD DENTRO DEL RANGU ESTABLECIENDO PARA OBTENER LA MAXIMA EVAPORACION

$$Q_r^I = 4.926 * 10^{-8} * 0.8 * 838.77 T_s^4 = 3.31 * 10^{-5} T_s^4$$



UNIDAD

LOMBADA, TAMAUCO

DESCRIPCION

BALANCE EN ESFERA DE ALMACENA-  
MIENTO DE AMONIACO

PLANTA

A.M. NH<sub>3</sub>

DEPTO

PROCESO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

CALCULO

JMR

AREA

100

APROBO

HOJA

11

DE

34

FECHA

MAYO 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$q_{R}^{III} = 4.926 \times 10^8 \times 0.8 \times 842.47 T_s^4 = 3.32 \times 10^{15} T_s^4$$

$$q_{R}^{III} = 4.926 \times 10^8 \times 0.8 \times 846.17 T_s^4 = 3.33 \times 10^{15} T_s^4$$

E) BALANCE TOTAL EN LA SUPERFICIE

$$q_s + q_c = q_R + q_K$$

CASO I:

$$418130.36 + 1182018.5 - 3774.49 T_s = 3.31 \times 10^{15} T_s^4 + 1953.56 T_s - 536564.9$$

$$3.31 \times 10^{15} T_s^4 + 5728.05 T_s - 2136713.89 = 0$$

CASO II:

$$419964.84 + 1187218.5 - 37911.09 T_s = 3.32 \times 10^{15} T_s^4 + 1967.3 T_s - 271121.85$$

$$3.32 \times 10^{15} T_s^4 + 4778.39 T_s - 1678355.19 = 0$$

CASO III:

$$421811.90 + 1192432.6 - 3807.21 T_s = 3.33 \times 10^{15} T_s^4 + 654.06 T_s - 179643.36$$

$$3.33 \times 10^{15} T_s^4 + 4461.8 T_s - 1793987.88 = 0$$

PARA RESOLVER ESTAS ECUACIONES SE UTILIZARA EL METODO DE NEWTON-RAPHSON CON LO CUAL SE LLEGA A LOS RESULTADOS SIGUIENTES



UNIDAD

LOMAARDA, TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN ESFERA DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO

PLANTA ALM. DE NH<sub>2</sub>

PROYECTO NO.

PMA-1980-001

AREA

100

HOJA

12

DE

3A

DEPTO. PROCESO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

17 MAYO 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

CASO	ESPESSOR AISL.	T <sub>s</sub> (°C)	Q <sub>v</sub> (Kcal/HR)	Q <sub>v</sub> (Kcal/HR)	Q <sub>s</sub> (Kcal/HR)	Q <sub>c</sub> (Kcal/HR)
I	1"	315.66	80095.8	328629.2	418130.4	-9437.0
II	2"	320.13	44892.5	348693.3	419969.8	-26423.1
III	3"	321.91	30905.1	357587.3	421811.9	-33317.0

F.2. AMONIACO EVAPORADO POR GANANCIA TERMICA CON LA ESFERA EN NIVEL NORMAL DE OPERACION

EL AMONIACO EVAPORADO POR GANANCIA TERMICA Y ESFERA EN NIVEL NORMAL DE OPERACION SERA

$$W_V = \frac{Q}{\Delta H_{VW}}$$

$$\Delta H_{VW} = 300.26 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$$

$$\rho = 4.63 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \text{ @ } 1.5^\circ\text{C}$$

$$W_V^I = \frac{80095.8}{300.26} = 266.8 \text{ Kg/HR}$$

$$W_V^{II} = \frac{44892.5}{300.26} = 149.5 \text{ Kg/HR}$$

$$W_V^{III} = \frac{30905.1}{300.26} = 102.9 \text{ Kg/HR}$$

TÉCNICAMENTE SE PUEDE RECOMENDAR EN BASE A LO ANTERIOR UN ESPESOR DE 2" COMO EL ADECUADO PARA EL SERVICIO, PUES LA DIFERENCIA CON 3" ES PEQUEÑA EN CUANTO A GANANCIA TERMICA Y PRESENCIA DE VENTAJAS ECONÓMICAS.



UNIDAD

LOMBANA, TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN ESFERA DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO

PLANTA ALM. DE NH<sub>3</sub>

DEPTO. PROCESO

PROYECTO NO. PAA-1980-001

CALCULO JMR

AREA 100

APROBO:

HOJA 13 DE 34

FECHA 17 MAYO 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

(i) EN CASO DE QUE LA ESFERA ESTE VACIA, EL CALOR PROVENIENTE DEL SOL SERA EL MISMO QUE CON LA ESFERA LLENA.

$$q_s = 419 \frac{964.84 \text{ kcal}}{\text{HR}} \quad (\text{DE INCISO a})$$

(ii) CALCULO DEL CALOR CONDUCIDO A TRAVÉS DEL AISLAMIENTO Y PARED METALICA

$$q_k = k A_{em} (T_s - T_{int})$$

$T_{int} = 40^\circ\text{C} = 313.16^\circ\text{K}$  CONSIDERANDO TEMPERATURA INTERIOR DE LA ESFERA COMO LA DEL AIRE AMBIENTE PUES DUE DEBIDO A QUE SI AMBOS FUERAN MEZCLAS EXPLOSIVAS CON EL AIRE, EL SISTEMA SE LLENA CON INERTE ANTES DE COMENZAR EL LLENADO DE LA ESFERA Y EL NITRÓGENO.

$$q_k = 1187218.5 - 379107 T_s \quad (\text{EN BASE A INCISO b})$$

$$q_k = 1987.3 T_s - 309182.10$$

(iii) CALCULO DEL CALOR PERDIDO POR CONVECCION DE BULBADO CON INCISO c

$$q_c = 1187218.5 - 379107 T_s$$

(iv) CALCULO DEL CALOR PERDIDO POR RADIACION:

$$q_r = 3.32 * 10^5 T_s^4 \quad (\text{DE INCISO d})$$

(v) BALANCE TOTAL EN LA SUPERFICIE

$$q_s + q_c = q_r + q_k$$

$$419964.84 + 1187218.5 - 379107 T_s = 3.32 * 10^5 T_s^4 + 1987.3 T_s - 309182.10$$

$$3.32 * 10^5 T_s^4 + 4778.3 T_s - 1916266.24 = 0$$



UNIDAD

DESCRIPCION

OMBARRA, TABASCO

BALANCE EN ESFERA DE ALMA  
CENAMIENTO DE AMONIA CO

PLANTA

ALM. DE NH<sub>3</sub>

PROYECTO NO.

PAA-1960 001

AREA

100

HOJA

11

DE

34

DEPTO

PROCESO

CALCULO

APROBO

JMP

FECHA

19 MAYO 1961

REV.

CHECADOR

FECHA

REV.

CHECADOR

FECHA

REV.

CHECADOR

FECHA

RESOLVIENDO ESTA ECUACION POR EL METODO ANTERIORMENTE  
MENCIONADO TENEMOS:

$$T_s = 324.5^\circ K = 51.01^\circ C$$

$$q_k = 109491 \text{ kcal/hr}$$

$$q_g = 419964.84 \text{ kcal/hr}$$

$$q_{tr} = 366993.2 \text{ kcal/hr}$$

$$q_c = -12042.9 \text{ kcal/hr}$$

h) NECESIDAD DE COMPRESOR: HOLDING:

$$\text{VOLUMEN DE VA ESFERA} = 6463.2 \text{ m}^3$$

$$\text{VOLUMEN OCUPADO POR LIQUIDO} = 5498.0 \text{ m}^3$$

$$\text{VOLUMEN LIBRE} = 970.4 \text{ m}^3$$

DEBIDO A QUE SE MENCIONA TAMBEN 6 HRS/DIA DURANTE  
6 HORAS SOLAMENTE PARA FANALCIA TERMICA SE PUEDE  
PRESURIZAR LA ESFERA, PARA EVITAR ESTO DEBERA APLICARSE  
UN COMPRESOR MAS PEQUENO.

EVAPORACION EN 6 HORAS

$$149.5 \text{ kg/m}^3 \times 6 \text{ HRS} = 1196 \text{ kg}$$

VOLUMEN EVAPORADO:

$$149.5 \text{ kg/m}^3 \times \frac{\text{m}^3}{2.6 \text{ kg}} \times 6 \text{ HRS} = 1.9 \text{ m}^3$$

$$\text{VOLUMEN LIBRE TOTAL} = 1.9 + 970.4 = 972.3 \text{ m}^3$$

PERO ESTE VOLUMEN LIBRE SE ENCUENTRA OCUPADO POR VAPOR  
DE AMONIA CO:

$$V_L = 972.3 \text{ m}^3 \times 2.6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 2507.98 \text{ kg} = 205.10 \text{ kg/m}^3$$

ASI LAS MOLAS TOTALES DE VAPOR EN EL ESPACIO LIBRE  
EN 6 HORAS SERAN:

$$M = 205.1 + 10.4 = 215.5 \text{ kg/mol}$$

COMO PALMER, INTENTO SE SUPONERA COMPORTAMIENTO IDEAL

$$\text{PRESION TOTAL} = \frac{MRT_{tot}}{V_L} = \frac{215.5 \times 0.0697 \times 279.6}{215.5} =$$





UNIDAD

DESCRIPCION

LOMBARDI, TABAS CO

BALANCE EN ESFERA DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO

PLANTA

ALM. DE NH<sub>3</sub>

PROYECTO NO.

PAA-1983-031

AREA

1.00

HOJA

15

DE

34

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

19 MAYO 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$P_{\text{Presión Total}} = 6.61 \text{ kg/cm}^2$$

CONDICIONES DE IDEALIDAD:

$$P_r = \frac{6.61}{115.17} = 0.057$$

$$T_r = \frac{274.66}{405.6} = 0.667$$

$$Z = 0.94 \text{ (Perry 3-232 5ª ed.)}$$

$$\text{Así, Presión Total} = 6.61 \times 0.94 = 6.20 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_r = \frac{6.20}{115.17} = 0.054$$

$$T_r = \frac{274.66}{405.6} = 0.667$$

$$Z = 0.94 \text{ (Perry 3-232 5ª ed.)}$$

DE ESTA FORMA EL INCREMENTO DE PRESIÓN SERA:

$$\Delta P = 6.20 - 4.63 = 1.57 \text{ kg/cm}^2$$

EL LIMITE FIJADO PARA APERTURA DE LAS VALVULAS DE SEGURIDAD ES LA PRESION DE DISEÑO ES 11.5 kg/cm<sup>2</sup> ES CLARO QUE ANTES DE LAS OCHO HORAS ABRIAN LAS VALVULAS PARA EVITAR ESTO, SE RECOMIENDA LA COMPRESION DE HOLDING.

1) CALCULO DE CAPACIDAD REQUERIDA PARA ABASTECER:

$$\text{VOLUMEN DE CARRO TANQUE} = 35 \text{ m}^3$$

VOLUMEN ALIMENTADO:

$$40000 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} \times \frac{\text{hr}}{60 \text{ min}} \times \frac{\text{m}^3}{570.5 \text{ kg}} = 115 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$$

Tiempo de descarga de un carro tanque

$$t_D = \frac{35 \text{ m}^3}{115 \text{ m}^3/\text{min}} = 30.424 \text{ min} = 0.507 \text{ hrs}$$



UNIDAD

LOMBRADA, TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN SEÑAL DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO

PLANTA ALM DE NH<sub>3</sub>

PROYECTO NO.

PAA-1987-001

AREA

100

HOJA

16

DE

34

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMA

APROBO

FECHA

20 MAYO 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$\text{ENTRADAS} = \text{SALIDAS} + \text{ACUMULACION}$$

$$\text{ENTRADAS} = 40.000 \times 0.507 \text{ Nct} = 20.282,5 \text{ Nct}$$

ACUMULACION = VOLUMEN OCUPADO POR LIQUIDO EN ESFERA A DENSIDAD A CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

$$= 3.500.000 \text{ kg}$$

$$\text{SALIDAS} = 0 \text{ kg}$$

ASI:

$$20.282,5 \text{ Nct} = 0 + 3.500.000$$

$$\text{Nct} = \frac{3.500.000}{20.282,5} = 172,56 \text{ CARROS TANQUE}$$

BASE:

TIEMPO DE ARRANQUE CON 16 HRS DE OPERACION DIARIA

$$172,56 \times \frac{0.507 \text{ Nct} \times \text{DIA}}{16 \text{ HRS}} = 5,468 \text{ DIAS}$$

$$\frac{16 \text{ HRS/DIA}}{0.507 \text{ Nct/G}} = 31,6 \frac{\text{GT}}{\text{DIA}} \Rightarrow 32 \text{ CARROS TANQUE POR DIA (16 HRS - 13 min)}$$

EN DESCARGADERAS PARES

ESTE TIEMPO CALCULADO NO CONSIDERA TIEMPOS MUERTOS (VERIFICACIONES DE NIVEL EN CARRO TANQUE, PROBLEMAS, ETC) POR LO CUAL LA BASE SON 32 CARROS TANQUE DESCARGADOS DIARIAMENTE CON UN COLCHON DE 8 HRS POR DIA PARA SOLUCIONAR PROBLEMAS


j) CALCULO DE CARROS TANQUE REQUERIDOS EN OPERACION NORMAL

$$\text{VOLUMEN DE CARRO TANQUE} = 35 \text{ m}^3$$

$$\text{VOLUMEN ALIMENTADO} = 400.000 \frac{\text{kg}}{\text{DIA}} \times \frac{\text{DIA}}{60 \text{ min}} \times \frac{\text{m}^3}{579,15} = 1.150 \frac{\text{m}^3}{\text{DIA}}$$

TIEMPO DE DESCARGA DE UN CARRO TANQUE

$$G_D = \frac{35 \text{ m}^3}{1.150 \frac{\text{m}^3}{\text{DIA}}} = 30,424 \text{ min} = 0,507 \text{ HRS}$$

	UNIDAD	PLANTA	DEPTO.
	LOMBARDA, TABASCO	ALM DE NH <sub>3</sub>	PROCESS
	DESCRIPCION	PROYECTO NO.	CALCULO
	BALANCE EN ESFERA DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO	PAA-1980-001	JMR
	AREA	APROBO	
	100		
	HOJA	DE	FECHA
	17	34	20 MAYO 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

CONSIDERANDO QUE EL NIVEL DEBE PERMANECER CONSTANTE EN UN PERIODO DE 24 HRS (ACUMULACION = 0)

$$2000 * Q + N_{CT} (\Theta_m + 0.507) 7000$$

$$= 40000 * 0.507 N_{CT}$$

POR OTRO LADO:

$$N_{CT} = \frac{\text{HORAS OPERACION}}{\Theta_m + \Theta_d} = \frac{16}{\Theta_m + 0.507}$$

$$N_{CT} (\Theta_m + 0.507) = 16$$

SISTEMAS

$$56000 + 16 * 7000 = 20280 N_{CT}$$

$$N_{CT} = 2.251 \text{ hr}$$

DESCARGAS POR PERIODO DE 24 HRS = 16 HRS = 16 HRS MAXIMOS ENTRE DESCARGAS:

$$\Theta_m = \frac{16}{2.251} - 0.507 = 1.424 \text{ HR} = 1 \text{ hr } 25' 28''$$

EN CASO DE QUE SE DESCARGASEN CONSECUTIVAMENTE LOS 8 CARGOS TANQUE, LA OPERACION SE LLEVARIA:

$$2.251 = \text{HORAS DE OP} \Rightarrow \text{HORAS DE OP} = 4.20 \text{ HR}$$

PERO ESTO TRAJERIA UN INCREMENTO DE NIVEL MOMENTANEO QUE A LOS 16 HRS LLEVARIA AL NORMAL DE OPERACION:

$$\text{DESCARGA} = 1.20 \text{ HR} * 7000 \text{ kg/hr} = 29400 \text{ kg}$$

$$\text{CARGA} = 40000 \frac{\text{kg}}{\text{HR}} * 1.20 \text{ HR} = 168000 \text{ kg}$$

$$\text{DIFERENCIA} = 138600 \text{ kg}$$

$$P_1 = 636.5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} @ 4.63 \text{ kg/m}^2 \text{A}$$

$$1.5^\circ \text{C}$$



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN ESFERA DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO

PLANTA

ALM DE NH3

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

100

HOJA

18

DE

34

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

APROBO

JMA

FECHA

26 MAYO 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$\text{INCREMENTO DE VOLUMEN} = \frac{138600 \text{ kg}}{635.9 \text{ kg/m}^3} = 217.75 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol max} = \text{VOLUMEN NORMAL} + \text{INC. VOL} = 5498.8 + 217.75 = 5716.55 \text{ m}^3 \Rightarrow 98\% \text{ VOLUMEN TOTAL}$$

DE ESTA FORMA FIJAREMOS EL NIVEL MÁXIMO DE OPERACIÓN DEL INCISO b DEL CALCULO DE LA ESFERA DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO, TENEMOS:

$$h = 11.50 (1 - \cos \alpha)$$

$$V = 0.52 h (3r^2 + h^2) \quad V = 11.50 (2\pi r^2)$$

$\alpha$	h(m)	r(m)	V(m <sup>3</sup> )	% V
130	18.89	8.81	5772.06	89.53
127	18.42	9.18	5673.77	87.70
128	18.58	9.06	5714.52	88.33 ←

POR LO CUAL EL NIVEL MÁXIMO DE OPERACIÓN SERÁ DE 18.6 m



UNIDAD

DESCRIPCION

Lombardi

BALANCE EN FLUJO DE MATERIA

MATERIA S. A. P. S.

PLANTA

PROYECTO NO.

AREA

HOJA

DE

DEPTO.

CALCULO

APROBO

FECHA

34

20/01/81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

K) CALCULO DE COMPRESION DE NITROGENO

Se usará un compresor para mantener la presión en la sección en el momento de "NO DESCARGA A LA CARGA"

$$W_s = 149.5 \text{ Kg/hr}$$

Por estándar de diseño

$$W_{\text{diseño}} = 149.5 \times 1.1 = 164.45 \text{ Kg/hr}$$

$$W_{\text{diseño}} = \frac{164.45}{2.637} = 62.37 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$= 26.59 \text{ lCFM}$$

Por lo tanto se usará el "Compressor selection for the chemical process industries" Chem. Eng. Engrs 30, 77-84 (1975) el cual expone en 11 páginas con ejemplos un diagrama de 3000 lCFM por lo que se seleccionará un compresor de este tipo

Entrada	164.45 Kg/hr
Super	Atmosférica (1.013)
Sub	12.031
K <sub>1</sub>	1.31
Presión de diseño	4.15 kg/cm <sup>2</sup> A
Temperatura de diseño	300°K



UNIDAD

Lomba de balanceo

DESCRIPCION

BALANCE EN EFECTO DE ALTA  
CENTRALIZADO DE ANONIMO

PLANTA

Almac NH<sub>3</sub>

PROYECTO NO.

PAR-1710-001

AREA

200

HOJA

20

DE

39

DEPTO.

Progreso

CALCULO

R. S. Z.

APROBO

FECHA

20/6/81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

Segun Tercera Ley de Newton

Presión de descarga  
en el orificio

$$17.72 \times 1.1 = 19.71 \text{ Kg/cm}^2 \text{ A}$$

Pérdida de presión  
en el tiempo de perforación

$$0.01 \times 19.71 \approx 0.20 \text{ Kg/cm}^2$$

Presión de descarga  
total

$$19.71 + 0.20 = 19.91 \text{ Kg/cm}^2$$

Relación global de  
compresión

$$\frac{19.91}{4.63} = 4.30$$

Se debe mantener la relación de compresión entre  
2.0 y 3.0 por etapas, en el tanto:

Número de etapas = 3

Etapas 1      Etapas 2

Presión de compresión  
aproximada

2.02

2.02

Presión de descarga  
aproximada Kg/cm<sup>2</sup>A

7.60

19.82

Caida de presión entre  
etapas (0.1 Po<sup>0.2</sup>) Kg/cm<sup>2</sup>

0.49

Caida de presión en el  
por el orificio (0.01 Po) Kg/cm<sup>2</sup>

0.120

Presión de succión Kg/cm<sup>2</sup>A

4.63

9.60

temperatura de succión °K

257.66

257.66

Factor de corrección de densidad en  
la succión

0.97

0.92

Presión de descarga Kg/cm<sup>2</sup>A

10.09

19.91

temperatura de succión  
T<sub>2</sub> = T<sub>1</sub> (P<sub>2</sub>/P<sub>1</sub>)<sup>0.28</sup>

216.3

216.3





UNIDAD

LOMBARDIA, TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN ESFERA DE ALMA-  
CENAMIENTO DE AMONIACOPLANTA  
ALM. DE AMONIACO

PROYECTO NO.

PAA-1960-001

AREA

200

HOJA

22 DE 34

DEPTO.  
DLOCECO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

MAYO, 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

III - CALCULO CAL-216 (CONDENSADORA COMPRESOR DE HOLDING)



a) CALCULO CARGA DE DESOBRECALENTAMIENTO:

$$\text{TOTAL: } \dot{Q}_T = 149.5 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * (468.85 - 150.835) \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}} = 47543.2 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}$$

$$\text{CONDENSACION: } \dot{Q}_C = 149.5 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} * (408.59 - 150.835) \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}} = 38534.37 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}$$

DESOBRECALENTAMIENTO

$$\dot{Q}_{ds} = 47543.2 - 38534.37 = 9008.83 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}$$

PARA DISEÑO:

$$\dot{Q}_T = 47543.2 * 1.2 = 57051.84 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}$$

$$\dot{Q}_C = 38534.37 * 1.2 = 46241.24 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}$$

$$\dot{Q}_{ds} = 9008.83 * 1.2 = 10810.60 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}$$

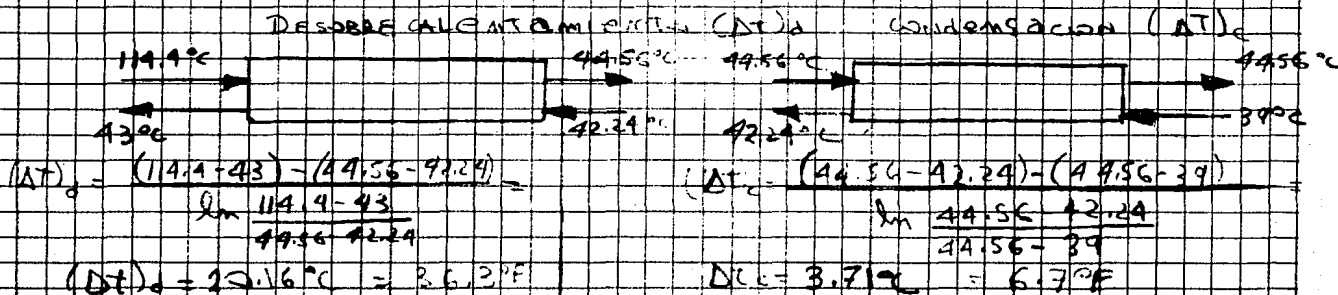
b) AGUA DE CIRCULACION:

$$m_{\text{agua}} = \frac{\dot{Q}_T}{43-34} = \frac{57051.84}{43-34} = 14269.96 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} = 14.27 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}} \text{ DISEÑO}$$

$$= 11.89 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}} \text{ NORM}$$

$$\Delta T_{\text{agua}} = \frac{\dot{Q}_C}{m_{\text{agua}}} = \frac{46241.24}{14269.96} = 3.24^\circ\text{C}$$

c)  $\Delta T$  balanceada





UNIDAD

LOMBARDA, JAASCO

DESCRIPCION

 BALANCE EN ESFERA DE ALMA-  
CENAMIENTO DE AMONIACO

 PLANTA  
ALM. DE AMONIACO  
PROYECTO NO.  
AA-1900-001

 DEPTO.  
PROCESO  
CALCULO  
JMA

 AREA  
200

APROBO

 HOJA  
23 DE  
34

 FECHA  
MAYO, 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$\Delta T_{\text{BALANCEADA}} = \frac{Q}{\Sigma (Q/\Delta T)} = \frac{57091.69}{\frac{46241.29}{2.71} + \frac{10610.69}{20.16}}$$

$$\Delta T_{\text{BALANCEADA}} = 4.39^{\circ}\text{C} = 7.9^{\circ}\text{F}$$

SE PROBARA UN CAMBIADOR DE CALOR DE LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS

DIAMETRO CORAZA = 10"

NUMERO DE TUBOS = 40 DE 20'

ESPESOR DE DEFLECTORES = 3"

 DIAMETRO = 1" PIED TANGENCIAL  
DE 1.25" BUN 5.86

PASSES = 1

PASSES = 2

 FLUIDO CALIENTE CORAZA  
AMONIACO

 FLUIDO FRIO TUBOS  
AGUA

 $D_{\text{int}} = 10 \text{ in}$ 
 $a = 0.594 \text{ m}^2$  Kern 1.10  
por tubo

$$Q_c = \frac{10 * 0.25 * 3}{144 * 1.25} = 0.041 \text{ ft}^2$$

$$a = \frac{40 * 0.514}{144 * 2} = 0.083 \text{ ft}^2$$

DESCALENTAMIENTO

$$G_s = 14915 * 0.438 * \frac{1}{0.041} * 1.2 = 9637.9 \frac{\text{lb}}{\text{hr}^2}$$

$$G_p = 14269.76 * \frac{1}{0.254} * \frac{1}{0.083} = 378639.34 \frac{\text{lb}}{\text{hr}^2}$$

$$W = \frac{378639.34}{3600 * 62.4} = 1.69 \text{ ft}^3/\text{sec}$$

$$\mu = 0.0139 * 2.42 = 0.03145 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2}$$

$$\mu = 0.702 * 2.42 = 1.694 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2}$$

$$Re_p = \frac{0.72 \text{ in}}{0.06 \text{ in}} = 12 \text{ Kern Fig 2B}$$

$$Re = \frac{0.06 * 9637.9}{0.03146} = 1838$$

$$Re_p = \frac{378639.34 * 0.07}{1.694} = 156785$$

 $J_H = 65$  Kern Fig 2B

$$R = 0.018 \frac{\text{BTU}}{\text{hr} * \text{ft}^2 * ^{\circ}\text{F}}$$

$$h_c = 520 * 0.94 = 488.8 \frac{\text{BTU}}{\text{hr} * \text{ft}^2 * ^{\circ}\text{F}}$$

$$C_p = 0.536 \frac{\text{BTU}}{\text{lb} * ^{\circ}\text{F}}$$

$$h_{\text{td}} = 488.8 * \frac{0.07}{1.00} = 425.26 \frac{\text{BTU}}{\text{hr} * \text{ft}^2 * ^{\circ}\text{F}}$$

$$\left(\frac{C_p \mu}{k}\right)^{0.33} = 0.987$$



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO  
DESCRIPCIONBALANCE EN ESTERA ALMACENA.  
MUNDO DE AMONIAOPLANTA ALM. DE AMONIAO  
PROYECTO NO. DRA-1980-201  
AREA 200  
HOJA 24 DE 34DEPTO. PROCESO  
CALCULO JMR  
APROBO  
FECHA MAYO 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$h_0 = 65 \times \frac{0.018}{0.06} \times 0.987 = 19.25 \frac{\text{BTU}}{\text{HR}^2 \text{ FT}^2}$$

COEFICIENTE TOTAL PARA DESECCIONAMIENTO

$$U_c = \frac{19.25 \times 425.26}{19.25 + 425.26} = 18.42 \frac{\text{BTU}}{\text{HR}^2 \text{ FT}^2}$$

SUPERFICIE NECESARIA PARA DESECCIONAMIENTO

$$A_d = \frac{10810.60 \times \frac{1}{0.222}}{18.42 \times 36.3} = 64.16 \text{ FT}^2$$

CONDENSACION

SUPONIAMOS QUE LA CONDENSACION  
OCURRA EN EL 50% DE LA LARGA  
GUITO DE: 7 PIES

$$L_c = 20' \times 0.5 = 10 \text{ FT}$$

$$G'' = \frac{147.5 \times \frac{1}{0.454} \times 12}{10 \times (80)^{2/3}}$$

$$G'' = 2.124 \frac{\text{lb}}{\text{HR FT}}$$

TEMPERATURA PROMEDIO

$$T_v = \frac{34 + 112.21}{2} = 106.12^\circ \text{F}$$

Suponemos  $h = h_0 = 3979 \frac{\text{BTU}}{\text{HR}^2 \text{ FT}^2}$   
 $h_{cond} = 425.26 \frac{\text{BTU}}{\text{HR}^2 \text{ FT}^2}$   
TEMPERATURA DE CONDENSACION:

$$T_c = 44.56^\circ \text{C} = 112.21$$

$$T_w = 106.12 + \frac{3979}{2949 + 425.26} (112.21 - 106.12)$$

$$T_w = 111.52^\circ \text{F}$$

$$T_f = \frac{111.52 + 112.21}{2} = 111.86^\circ \text{F}$$

$$U_F = 0.654$$

$$S_F = 0.61$$

$$R_F = 0.29 \frac{\text{BTU}}{\text{HR}^2 \text{ FT}^2}$$

$$h_0 = 3979 \frac{\text{BTU}}{\text{HR}^2 \text{ FT}^2}$$

FIG. 12.9 KSAW. C. SUP. CORRECTA



UNIDAD

LONBARRA, TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN ESFERA DE ALMACENA  
MUNTO DE AMONIACO

PLANTA

ALM. DE AMONIACO

PROYECTO NO.

MA-1980-001

AREA

200

HOJA

25

DE

34

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

MAYO, 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

COEFICIENTE TOTAL LIMPIO DE CONDENSACION

$$U_c = \frac{3949 * 425.6}{3949 * 425.26} = 383.92 \frac{BTU}{HR FT^2 F}$$

$$A_d = \frac{16241.24 * \frac{1}{0.252}}{383.92 * 6.7} = 71.34 \text{ FT}^2$$

SUPERFICIE LIMPIA TOTAL:

$$64.16 + 71.34 = 135.50 \text{ FT}^2$$

COMPARACION DE LONGITUD SUPERFICIE PARA CONDENSACION

$$\frac{71.34}{135.50} = 52.7 \% \text{ SATISFACTORIO}$$

COEFICIENTE TOTAL LIMPIO PARA TUBERIA

$$U_c = \frac{383.92 * 71.34 + 64.16 * 18.42}{135.50} = 210.9 \frac{BTU}{HR FT^2 F}$$

$$R_d = 0.2618 \text{ F}^2/\text{H} \text{ PARA LA TUBERIA DE 1" 16 BWG}$$

$$\text{SUPERFICIE TOTAL} = 0.2618 * 40 * 20 = 209.44 \text{ FT}^2$$

$$U_d = \frac{5707.109 * \frac{1}{0.252}}{209.44 * 7.90} = 136.03 \frac{BTU}{HR FT^2 F}$$

$$R_d = \frac{U_c - U_d}{U_c * U_d} = \frac{210.9 - 136.03}{210.9 * 136.03} = 0.003 \frac{HR FT^2 F}{BTU}$$

CORRECTO (0.001 AMONIACO)  
CON CRITERIO (0.002 AGUA)  
DE DISEÑO

**f**

UNIDAD

LONBARDA TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN ESFERA DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO

PLANTA ALM. DE AMONIACO

DEPTO.

PROCESO

PROYECTO NO.

CALCULO

PAA-1980-001

JMR

AREA

APROBO

200

HOJA

DE

FECHA

26 DE 34

MAYO 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
------	----------	-------	------	----------	-------	------	----------	-------

## CAIDA DE PRESION

DESCARGA CALENTAMIENTO

$$\text{PARA } Re_c = 18381$$

$$F = 0.002 \quad (\text{Fig 29 KEEN})$$

NR. CANALES

$$L_c = 20' * 0.5 = 10 \text{ ft}$$

$$\frac{12L}{H} = \frac{12 * 10}{3} = 40 = (N+1)$$

$$D_s = \frac{15.25}{12} = 1.27 \text{ ft}$$

$$\rho_f = 8.6 \text{ kg/m}^3 = 0.536 \text{ lb/ft}^3$$

$$SE = \frac{0.536}{62.4} = 0.0086$$

$$\Delta P_c = \frac{FG^3 D_s (N+1)}{5.22 * 10^{10} D_{es}^5} =$$

$$= \frac{0.002 * (9637.9)^2 * 1.27 * 40}{5.22 * 10^{10} * 0.0086} = 0.46 \text{ lb/m}^2$$

CONDENSACION

$$S = 0.5721$$

$$L_c = 10 \text{ ft}$$

$$N+1 = \frac{12 * 10}{3} = 40$$

$$\Delta P_c = \frac{1}{2} \left( \frac{0.002 * (9637.9)^2 * 1.27 * 40}{5.22 * 10^{10} * 0.0086 * 0.5721} \right)$$

$$\Delta P_c = 0.0053 \text{ lb/m}^2$$

EN TOTAL

$$\Delta P_{\text{tot}} = 0.46 + 0.0053 = 0.4653 \text{ psi}$$

$$= 0.5 \text{ psi}$$

$$= 0.035 \text{ lb/m}^2$$

$$R_p = 15688.53 \quad F = 0.00025 \quad (\text{Fig 26 KEEN})$$

$$\Delta P_p = \frac{0.00025 * (378699.34)^2 * 20 * 2}{5.22 * 10^{10} * 0.07 * 1}$$

$$\Delta P_p = 0.392 \text{ lb/m}^2$$

$$\Delta P_p = \frac{4m}{5} \left( \frac{V^2}{2g} \right) = \frac{4 * 2}{1} \left( \frac{(1.69)^2}{2 * 32.2} \right)$$

$$\Delta P_p = 0.355 \text{ lb/m}^2$$

EN TOTAL:

$$\Delta P_p = 0.392 + 0.355 = 0.747 \text{ psi}$$

$$= 0.052 \text{ lb/m}^2$$



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

CALCULO CONDENSADORES DE AMONIACO (CH-214/215)

PLANTA

ALM. DE AMONIACO

DEPTO.

PROCESO

PROYECTO NO.

PA-1980-001

CALCULO

JMR

AREA

200

APROBO

HOJA

27 DE 34

FECHA

JUNIO, 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

## \*\*\*\* PROCESS DATA \*\*\*\*

## HOT SHELLSIDE

## COLD TUBESIDE

FLUID NAME		AMONIACO		AGUA ENFTO.
FLUID CONDITION		COND. VAPOR		SENS. LIQUID
TOTAL FLOW RATE	$1.0E+3$ LB/HR	9.593		305.088
TEMPERATURE, IN/OUT	DEG F	316.8 / 112.2		102.2 / 120.2
TEMPERATURE, AVERAGE/SKIN	DEG F	214.5 / 168.9		111.2 / 166.3
PRESSURE, INLET/AVERAGE	PSIA	269.70 / 268.20		64.70 / 59.70
PRESSURE DROP, TOTAL/ALLOW	PSI	0.76 / 3.00		0.89 / 10.00
VELOCITY, CALC./MAX.ALLOW	FT/SEC	3.95 / 0.0		1.84 / 0.0
FILM COEF %SAF.FACT	BTU/HR-FT <sup>2</sup> -F	234.47 %1.00		602.11 %1.00
FOULING RESISTANCE	HR-FT <sup>2</sup> -F/BTU	0.00100		0.00200
DENSITY	LB/FT <sup>3</sup>	0.6306		61.7312
THERMAL CONDUCTIVITY	BTU/HR-FT-F	0.0242		0.3659
SPECIFIC HEAT CAPACITY	BTU/LB-F	0.5600		0.9981
VISCOSITY AT AVERAGE TEMP	CP	0.01400		0.62256
VISCOSITY AT SKIN TEMP	CP	0.01400		0.38533

## \*\*\*\* OVERALL PERFORMANCE DATA \*\*\*\*

TOTAL HEAT DUTY REQUIRED	BTU/HR			5.496410
EFFECTIVE MTD, %LMTD	F	%DELTA	#	DEG F
		62.66	%1.00	%1.00
F FACTOR	%TUBE	%BAFFLES	%F/G	%HOT/COLD
		%1.00	%1.00	%1.00
OVERALL COEF, REQD/CLEAN/ACTUAL	BTU/HR-FT <sup>2</sup> -F	93.82 / 156.86 / 103.37		

## \*\*\*\* CONSTRUCTION INFORMATION \*\*\*\*

NO. SHELLS SERIES	1	PARALLEL	1	TOTAL SURFACE AREA	FT <sup>2</sup>	953
NO. PASSES SHELL	1	TUBE	1	EFF. SURF. AREA	FT <sup>2</sup> /SHELL	939
SHELL I.D.	IN	19.25	TEMA SHELL TYPE	E	REAR HEAD	FXTS
BAFFLE TYPE	VERT SEGMENTAL	NO. CROSSPASSES/SHELL PASS				9
CENTRAL SPACING	IN	26.283	BAFFLE CUT	PCT. DIA		33.16
INLET SPACING	IN	26.283	CUT AREA	PCT	30.6	2 0.0 3 0.0
OUTLET SPACING	IN	26.283	CUT HEIGHT FROM CENTER LINE	IN		
BAFFLE THICKNESS	IN	0.375	POS-1	2.9	2 0.0 3 0.0	
NO. PAIRS SEAL DEVICES		0	IMPINGEMENT PLATE INCLUDED			YES
TOT. TUBE SHEET THICK.	IN	3.4	TUBES REMOVED	HALF		0.5
TUBE TYPE	PLAIN	TUBE COUNT PER SHELL				255
OVERALL LENGTH	FT	20.000	TUBE PITCH	IN		1.2500
EFFECTIVE LENGTH	FT	19.712	OUTSIDE DIAMETER	IN		1.000
LAYOUT ANGLE	DEG	30	INSIDE DIAMETER	IN		0.870
PITCH RATIO		1.250	SURFACE AREA RATIO	OUT/IN		1.149
WEIGHT ESTIMATION	LB/SHELL	DRY	2856	NET		4913



UNIDAD

LOMBARDA TABACCO

DESCRIPCION

CALCULO CONDENSADORES DE  
AMONIACO

PLANTA

F.M. DE AMONIACO

PROYECTO NO.

MA-1980-001

AREA

200

HOJA

DE

34

DEPTO.

PROCESS

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

JUNIO, 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

## \*\*\*\* SHELLSIDE PERFORMANCE \*\*\*\*

NOM. VEL, X-FLOW/WINDOW 4.94/ 12.23  
FILM COEF, X-FLOW/WINDOW 40.3/ 74.8  
FLOW FRACTIONS FOR HEAT TRANSFER# 0.688  
A#0.024 B#0.657 C#0.272 E#0.048 F#0.0

## \*\*\* SHELLSIDE HEAT TRANSFER CORRECTIONS \*\*\*

TOTAL BETA GAMA END FIN  
0.920 0.920 1.000 0.964 1.000

## \*\*\*\* PRESSURE DROPS \*\*\*\* %PERCENT TOTAL DP

WIND 10.50 NOZZLE SHELL 37.49/ 49.74  
END 0.54 %IN/OUT TUBE 47.44/ 30.32

## \*\*\*\* H.T. PARAMETERS \*\*\*\*

WALL CORRECTION SHELL TUBE  
1.000 1.069  
PRANDTL NO. 0.8 4.1  
AVERAGE REYNOLDS NO. 6378 19713  
BUNDLE INLET REYNOLDS NO. 23594 18100  
BUNDLE OUTLET REYNOLDS NO. 2939 21555  
FOULING LAYER %IN 0.0 0.0

## \*\*\*\* THERMAL RESISTANCES \*\*\*\* %PCT. OVERALL

SHELL TUBE FOULING METAL OVER DES  
44.09 19.73 34.10 2.080 10.180  
TOTAL FOULING RESISTANCE 0.003299  
DIFFERENTIAL RESISTANCE 0.000985

## \*\*\*\* SHELL NOZZLE INFO. \*\*\*\*

INLET OUTLET  
INSIDE DIAMETER %IN 4.0 1.0  
VELOCITY %FT/SEC 53.12 9.54  
DENSITY %LB/FT<sup>3</sup> 0.435 35.700  
NOZZLE R-V-SQ %LB/FT-SQ 1228 3250  
BUNDLE R-V-SQ %LB/FT-SQ 1230 163  
HEIGHT UNDER NOZZLE %IN 1.1 1.1

## \*\*\*\* TUBE NOZZLE INFO. \*\*\*\*

INLET OUTLET  
INSIDE DIAMETER %IN 5.0 5.0  
VELOCITY %FT/SEC 7.59 7.62  
DENSITY %LB/FT<sup>3</sup> 61.862 61.601

## \*\*\*\* DIAMETRICAL CLEARANCES \*\*\*\*

BAFFLE-TO-SHELL %IN 0.1229  
BUNDLE-TO-SHELL %IN 0.5000  
TUBE-TO-BAFFLE %IN 0.0156  
MULTI-SEG. BAFFLE OVERLAP %IN 0.0



UNIDAD

LOMBARDI, TABASCO

DESCRIPCION

CALCULO ENERGETICO DE UN  
RENSADO (11/17)

PLANTA

ALM. DE PROXIMIDAD

DEPTO.

PROCESS

PROYECTO NO.

PAO-1980-001

CALCULO

JMR

AREA

200

APROBO

HOJA

29

DE

34

FECHA

JUNIO, 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

\*\*\*\* PROCESS DATA \*\*\*\*

		HOT SHELLSIDE		COLD TUBESIDE	
FLUID NAME		CONDENSADO		AGUA ENFC.	
FLUID CONDITION		SENS. LIQUID		SENS. LIQUID	
TOTAL FLOW RATE	%1.0E+3%LB/HR	21.609		205.951*	
TEMPERATURE, IN/OUT	%DEG F	306.0 / 135.0		102.2 / 120.2	
TEMPERATURE, AVERAGE/SKIN	%DEG F	220.5 / 190.8		111.2 / 130.3	
PRESSURE, INLET/AVERAGE	%PSIA	75.00 / 70.00		64.70 / 59.70	
PRESSURE DROP, TOTAL/ALLOW	%PSIA	0.75 / 10.00		0.97 / 10.00	
VELOCITY, CALC./MAX.ALLOW	%FT/SEC	0.21 / 0.0		2.81 / 0.0	
FILM COEF %SAF.FACT	%BTU/HR-FT <sup>2</sup> -F	452.29 %1.00		808.94 %1.00	
FOULING RESISTANCE	%HR-FT <sup>2</sup> -F/BTU	0.00200		0.00200	
DENSITY	%LB/FT <sup>3</sup>	59.6539		61.7317	
THERMAL CONDUCTIVITY	%BTU/HR-FT-F	0.3853		0.3659	
SPECIFIC HEAT CAPACITY	%BTU/LB-F	1.0036		0.9981	
VISCOSITY AT AVERAGE TEMP.	%CP	0.26926		0.62211	
VISCOSITY AT SKIN TEMP	%CP	0.32387		0.51740	

\*\*\*\* OVERALL PERFORMANCE DATA \*\*\*\*

TOTAL HEAT DUTY REQUIRED	%1.0E+6%BTU/HR	3.699651	
EFFECTIVE MTD, %LMTD%F	%DELTA	%DEG F 88.22%0.99%1.00% 87.2	
F FACTOR %TUBE	%BAFFLES	%F/G %HOT/COLD	%1.00%1.00%1.00%0.989
OVERALL COEF, REQD/CLEAN/ACTUAL	%BTU/HR-FT <sup>2</sup> -F	102.36 / 260.93 / 122.98	

\*\*\*\* CONSTRUCTION INFORMATION \*\*\*\*

NO. SHELLS SERIES	1 PARALLEL	1	TOTAL SURFACE AREA	%FT <sup>2</sup>	419
NO. PASSES SHELL	1 TUBE	1	EFF. SURF. AREA	%FT <sup>2</sup> /SHELL	414.3
SHELL I.D.	%IN	13.250	TEMA SHELL TYPE	E	REAR HEAD FXTS
BAFFLE TYPE	VERT SEGMENTAL		NO. CROSSPASSES/SHELL PASS		9
CENTRAL SPACING	%IN	26.372	BAFFLE CUT	%PCT. DIA	34.15
INLET SPACING	%IN	26.372	CUT AREA	%PCT	1 32.2 2 0.0 3 0.0
OUTLET SPACING	%IN	26.372	CUT HEIGHT FROM CENTER LINE	%IN	
BAFFLE THICKNESS	%IN	0.375	POS-1	2 2.1 2 0.0 3 0.0	
NO. PAIRS SEAL DEVICES		1	IMPINGEMENT PLATE INCLUDED		NO
TOT. TUBESHEET THICK.	%IN	2.6	PERCENT TUBES REMOVED	%NONE	0.0
TUBE TYPE		PLAIN	TUBE COUNT PER SHELL		80
OVERALL LENGTH	%FT	20.000	TUBE PITCH	%IN	1.2500
EFFECTIVE LENGTH	%FT	19.779	OUTSIDE DIAMETER	%IN	1.000
LAYOUT ANGLE	%DEG	30	INSIDE DIAMETER	%IN	0.870
PITCH RATIO		1.250	SURFACE AREA RATIO	%OUT/IN	1.149
WEIGHT ESTIMATION	%LB/SHELL	DRY	1703	WET	2924



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

CALCULO ENRIADOR DE  
CONDENSADO 14-214

PLANTA

ALM. DE MANANIAS

DEPTO.

PASLECO

PROYECTO NO.

PAA-1980-201

CALCULO

JMR

AREA

200

APROBO

HOJA

30 DE 34

FECHA

JUNIO, 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
------	----------	-------	------	----------	-------	------	----------	-------

## \*\*\*\* SHELLSIDE PERFORMANCE \*\*\*\*

NOM. VEL, X-FLOW/WINDOW	0.20/	0.60
FILM COEF, X-FLOW/WINDOW	364.3/	623.4
FLOW FRACTIONS FOR HEAT TRANSFER#	0.945	
A#0.008 B#0.855 C#0.088 E#0.048 F#0.0		

## \*\*\* SHELLSIDE HEAT TRANSFER CORRECTIONS \*\*\*

TOTAL	BETA	GAMA	END	FIN
0.920	0.920	1.000	0.968	1.000

## \*\*\*\* PRESSURE DROPS \*\*\*\* %PERCENT TOTAL DP

WIND	3.59	NOZZLE	SHELL	47.74/ 47.83
END	0.20	%IN/OUT	TUBE	33.42/ 21.36

## \*\*\*\* H.T. PARAMETERS \*\*\*\*

	SHELL	TUBE
WALL CORRECTION	0.970	1.026
PRANDTL NO.	1.7	4.1
AVERAGE REYNOLDS NO.	6290	30072
BUNDLE INLET REYNOLDS NO.	9501	27684
BUNDLE OUTLET REYNOLDS NO.	3393	32912
FOULING LAYER	%IN	0.0 0.0

## \*\*\*\* THERMAL RESISTANCES \*\*\*\* %PCT. OVERALL

SHELL	TUBE	FOULING	METAL	OVER DES
27.19	17.47	52.87	2.466	20.127
TOTAL FOULING RESISTANCE				0.004299
DIFFERENTIAL RESISTANCE				0.001637

## \*\*\*\* SHELL NOZZLE INFO. \*\*\*\*

	INLET	OUTLET
INSIDE DIAMETER	%IN	2.1 2.1
VELOCITY	%FT/SEC	4.49 4.19
DENSITY	%LB/FT <sup>3</sup>	57.284 61.365
NOZZLE R-V-SW	%LB/FT-S <sup>2</sup>	1154 1077
BUNDLE R-V-SW	%LB/FT-S <sup>2</sup>	2451 2286
HEIGHT UNDER NOZZLE	%IN	0.3 0.3

## \*\*\*\* TUBE NOZZLE INFO. \*\*\*\*

	INLET	OUTLET
INSIDE DIAMETER	%IN	5.0 5.0
VELOCITY	%FT/SEC	6.66 6.68
DENSITY	%LB/FT <sup>3</sup>	61.862 61.602

## \*\*\*\* DIAMETRAL CLEARANCES \*\*\*\*

BAFFLE-TO-SHELL	%IN	0.1032
BUNDLE-TO-SHELL	%IN	0.5000
TUBE-TO-BAFFLEHOLE	%IN	0.0156
MULTI.SEG. BAFFLE OVERLAP	%IN	0.0





UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN ESFERA DE ALMACENAMIENTO DE AMONIAK

PLANTA ALM. AMONIAK

DEPTO. PROCESO

PROYECTO NO. PAA-1980-001

CALCULO

JMR

AREA 1.00

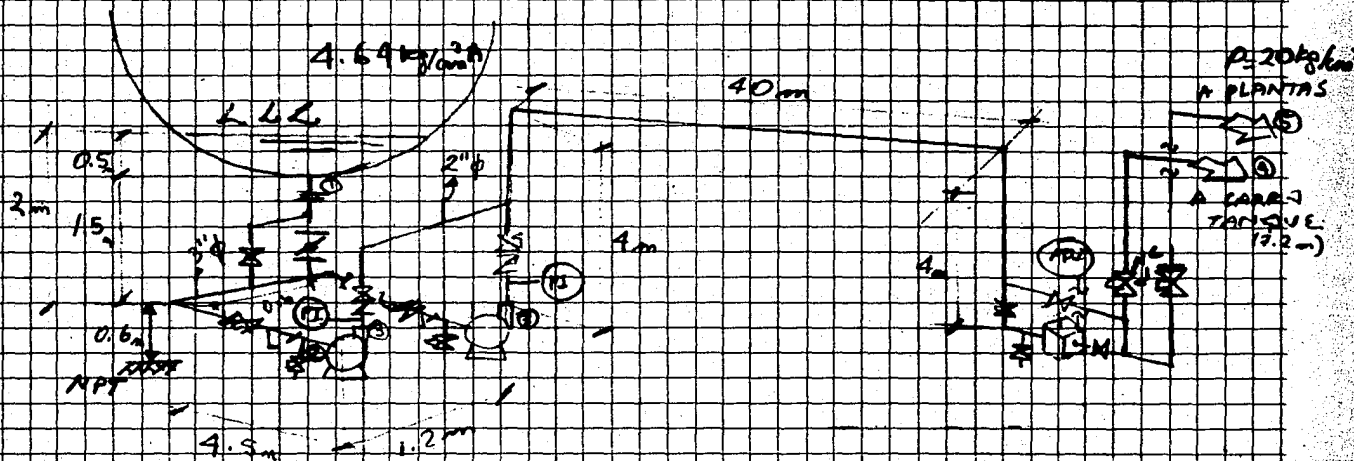
APROBO

HOJA 31 DE 34

FECHA MAYO, 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

VIII - CALCULO BOMBAS DE DESCARGA ESFERA (CA-100/104)



$$W_L = \Delta P_f + \Delta P_v + \Delta P_{ec} + \Delta P_r$$

a) BALANCE EN LA SUCCION: (1) A (2)

DE CRITERIOS DE DISEÑO

$$W_L = 7000 \text{ Kg/hr} = 10.997 \text{ m}^3/\text{hr} = 48.4 \text{ GPM} * 1.2 = 58.08 \text{ GPM}$$

$$\rho_L = 636.5 \text{ Kg/m}^3$$

ACCESARIO	NR	L/D	L <sub>e</sub> (FT)
CONTRACCUSALTA	1	30	7.5
VALV. MARIPOSA	1	40	11
TE RAMAL	1	60	15.5
V. MACHO	1	13	3.5
TE SAN. 90°	1	20	5.2
TUB. RESIST.	6 m	30	19.7
		TOTAL	69.9 m

$\Delta P = 1 \text{ psi}$  PARA STAINSS

$$\Delta P_{100} = 0.406 \text{ psi/100'} * 112 = 0.487 \text{ psi/100'}$$



UNIDAD <b>LOMBARDA, TAPISCO</b>	PLANTA <b>ALM. AMONIAO</b>	DEPTO. <b>PROCESO</b>
	PROYECTO NO. <b>PAA 1980-001</b>	CALCULO <b>JMR</b>
DESCRIPCION <b>BALANCE EN ESFERA DE ALMACENAMIENTO DE AMONIAO</b>	AREA <b>100</b>	APROBO
	HOJA <b>32</b> DE <b>3A</b>	FECHA <b>MAYO, 1981</b>

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$\Delta P_f = 0.487 * \frac{69.9}{1.49} * \frac{2.31}{0.6365} + 1 * \frac{2.31}{0.6365} = 4.86 \text{ PE}$$

$$W_0 = 0$$

$$\Delta P_{el} = 0$$

$$\Delta P_v = \left( \frac{-1.5}{2.3998} - 0 \right) = -4.92 \text{ PE}$$

$$\Delta P_f = \frac{P_s - P_0}{\rho} = \frac{P_s}{\rho} - \left[ 4.69 * 14.223 * \frac{2.31}{0.6365} + \frac{0.5}{2.3998} \right]$$

$$\Delta P_f = \frac{P_s}{\rho} - 241.15$$

Así

$$0 = \frac{P_s}{\rho} - 241.15 - 4.92 + 0 + 4.86$$

$$\frac{P_s}{\rho} = 241.21 \text{ PE} = 73.5 \text{ m}$$

$$P_s = 66.46 \text{ PE} \cdot \rho = 4.67 \text{ Kg/m}^2 \cdot \rho$$

b) BALANCE EN LA DESCARGA: (B A S)

ACCESORIOS	Nº	L/D	Lp (ft)
TERMIN	3	20	10.5
COLE 15°	6	20	31.2
VALVULA	1	132	18
UN. MACHO	1	3	10
TERMINAL	1	50	10
TUB. 1" x 1/2"	53.2m	-	175
TOTAL			204.7

$$\Delta P_{f, \text{TOTAL}} = 5.14$$

$$\Delta P_{\text{TOTAL}} = 2.87 * \frac{1.2}{\rho} = 3.44 \text{ PE} \cdot \rho$$

$$\Delta P_f = 3.44 * \frac{294.7 * 2.31}{1.07} + 5 * \frac{2.31}{0.6365} = 49.94 \text{ PE}$$



UNIDAD  
 LOMBARDIA, TABASCO  
 DESCRIPCION  
 BALANCE EN ESFERA DE ALMA  
 CEMENTAMIENTOS DE AMONIACO

PLANTA  
 ALM DE AMONIACO  
 PROYECTO NO.  
 PAA-1900001  
 AREA  
 100  
 HOJA  
 33 DE 34

DEPTO.  
 PRINCESA  
 CALCULO  
 JMR  
 APROBO  
 FECHA  
 MAYO 1961

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$W_0 = 0$$

$$\Delta P_{fc} = 0$$

$$\Delta P_y = \left( \frac{4.9}{0.3618} - 0 \right) = 13.12 \text{ ft}$$

$$\Delta P_p = 20 * 14.223 * \frac{2.31}{0.4365} - \frac{P_0}{\rho} = 1032.36 - \frac{P_0}{\rho}$$

$$0 = 1032.36 - \frac{P_0}{\rho} + 0 + 13.12 + 49.94$$

$$\frac{P_0}{\rho} = 1095.42 \text{ ft} \approx 334 \text{ m}$$

$$P_0 = 301.8 \text{ kg/m}^2 = 21.22 \text{ kg/cm}^2 \text{ A}$$

DE (3) A (4)

A CARROS TANQUE SE CONSIDERARAN 200 M DE TUBERIA  
 X QUE SE GANZA UN AVANTE DE FERROCARIL DE 7.2 m  
 (EN BASES DE DISEÑO TUBERIA) P\_FINAL = 17.92 kg/cm<sup>2</sup> A

$$\text{Asi } L_{eq} = 254.7 \text{ ft} - 178 \text{ ft} + \frac{200}{0.3949} = 735.9 \text{ ft}$$

$$\Delta P_{fc2} = f P_0$$

$$\Delta P_f = 3.44 * \frac{735.7 * 2.31}{100 * 0.4365} + 5 * \frac{2.31}{0.4365} = 110 \text{ ft}$$

$$W_0 = 0$$

$$\Delta P_{fc2} = 0$$

$$\Delta P_y = \left( \frac{7.2}{0.3618} - 0 \right) = 23.62 \text{ ft}$$

$$\Delta P_p = 17.92 * 14.223 * \frac{2.31}{0.4365} - \frac{P_0}{\rho} = 925 - \frac{P_0}{\rho}$$

$$0 = 925 - \frac{P_0}{\rho} + 0 + 23.62 + 110$$

$$\frac{P_0}{\rho} = 1058.6 \text{ ft} \approx 323 \text{ m}$$

$$P_0 = 291.7 \text{ kg/m}^2 = 20.5 \text{ kg/cm}^2 \text{ A}$$



UNIDAD

LONARADA, TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN ESFERA DE ALMA-  
CENTRAMIENTO DE AMONIACO

PLANTA

ALM. DE AMONIA

PROYECTO NO.

1AA-1980-001

AREA

100

HOJA

34

DE

34

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

MAYO, 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

POR LO CUAL EL CASO CRITICO SERA CUANDO SE  
ENVIE A PLANTAS

ASI

$$TDH = 1095.12 - 241.21 = 854.21 \text{ FT} \approx 855 \text{ FT}$$

$$P_2 = 1096.21 \text{ FT}$$

$$T_0 = 302.55 \text{ MM} = 21.29 \text{ M}$$

$$TDH = 260.6 \text{ m}$$

$$BHP = \frac{855 * 56.00 * 0.6365}{3960 * 0.7} = 11.4$$

$$BHP_m = 15 \text{ HP}$$

$$NPSH_D = \frac{P_2 - P_1}{\rho} = \frac{241.21 - 4.64 * 2.31 * 14.223}{0.6365}$$

$$= 1.7 \text{ FT} = 0.52 \text{ m}$$

POSIBLEMENTE  
REQUIERA  
INDUCTOR

**B. - CALCULOS ALTERNATIVA I**



UNIDAD

LOMBARCA, TABASCO

DESCRIPCION

NOMENCLATURA CALCULOS  
DE ALTERNATIVA I

PLANTA

ALM. DE ALIVIO

DEPTO.

PROCESO

PROYECTO NO.

PAE-1000-01

CALCULO

JMR

AREA

APROBO

HOJA

DE

FECHA

JUNIO, 82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

- $A_{cumul}$  = A CUMULATIVA  
 $A_{SV}, A_S$  = AREA TRANSVERSAL DE VALVULA DE SEGURIDAD (SV); DE SEPARADOR DE ACEITE (S); DE SEPARADOR DE LIQUIDOS (L); ANILLO (M).  
 $A_{K}, A_M$  = COEFICIENTES DE RELACION DE CAPACIDADES CALORIFICAS (1); DE ARRASTRE Y LIGUNDO-GAS; CAP. CALORIFICA VAPORES (2); CORRECCION PERMISIBLE (3).  
 $C_1, C_2$  = DIAMETRO TH-213  
 $C_V, C_G$  = DIAMETRO SEPARADOR DE LIQUIDOS (K); DE ACEITE (S)  
 $d$  = EFICIENCIA DE SOLDADURA  
 $D_{K}, D_S$  = FACTOR DE AISLAMIENTO DEL RECIPIENTE  
 $E$  = ALTURA DE LIQUIDO EN TH-213; NIVEL MAXIMO OPERACION SEPARADOR  
 $F$  = ENTALPIA DE ALIMENTACION (F); VAPORES EGRESADOS DE LA ESFERA (G); DE LIQUIDOS RETORNADOS A LA ESFERA (H); EN EL ESPACIO DE REFERENCIA (I); DE LIQUIDO (L); DE SATURACION (SAT); DE RETORNO A CARGO-TANQUE (PRIMA); ENTALPIA DEL AGUA (QW)  
 $h, h_m$  = INCREMENTO DE VOLUMEN EN LA ESFERA  
 $H_1, H_V$  = RELACION DE CAPACIDADES CALORIFICAS; COEFICIENTE DE CARGA EFECTIVA (ARIMA); CORRECCION POR CONTRA PRESION (B); CONDUCTIVIDAD DEL AISLANTE (CUE)  
 $H_L, H_O$  = LONGITUD RECIPIENTE TH-213; RADIO DE LA CORONA EN TAPAS TORISFERICAS (PRIMA)  
 $H_L, H_{SAT}$  = PRESION DE SUCCION (S); PRESION DE DESCARGA (D)  
 $H_V, H_{O2}$  = CORRIENTE ARRIBA DE LA VALVULA DE ALIVIO (L); PRESION REDUCIDA (R); PRESION DE OPERACION (OP); PRESION DE DISEÑO (D); PESO MOLECULAR  
 $I_V$  = CALOR ABSORBIDO POR RECIPIENTE EN CASO DE FUEGO (SU); CALOR REQUERIDO; CALOR TOTAL (T)  
 $K, K_1$  = CALOR ABSORBIDO DEL AMBIENTE (K); DE LA ALIMENTACION (F); CALOR DEL VAPORES DESPLAZADO POR EL INCREMENTO DE VOLUMEN (A); CALOR DEL LIQUIDO RETORNADO A LA ESFERA (VL); CALOR DEL LIQUIDO SALIENTE DE LA ESFERA (L); CALOR DEL VAPORES SALIENTE DE LA ESFERA (V); CALOR INGRESADO POR EL COMPRESOR (WMP); CALOR ELIMINADO CON LOS CONDENSADORES  
 $K_{CORR}$  = NUMERO DE REYNOLDS (E); CONSTANTE DE LOS GASES; RELACION DE COMPRESION (C); RADIO DE RECIPIENTES SEPARADOR ESTUERO PERMISIBLE DEL MATERIAL  
 $L, L'$  =  
 $P_S, P_D$  =  
 $P_1, P_{AS}$  =  
 $P_{OP}, P_D$  =  
 $AM$  =  
 $Q_{SAT}, Q_1$  =  
 $Q_T$  =  
 $Q_A, Q_V$  =  
 $Q_L, Q_V$  =  
 $Q_{WMP}, Q_{COND}$  =  
 $Re, R'$  =  
 $R_C, R$  =  
 $S$  =  
 $T_{AD}, T_S$  = TEMPERATURA DE DESCARGA ADIABATICA (AD); SUCCION (S); REDUCIDA (R); DE RELEVO (SV); CARGA DE REFRIGERACION (CF); TEMPERATURA DE OPERACION (OP); DE SATURACION (SAT); DE DESCARGA COMPRESOR (D).  
 $T_R, T_{SV}$  =  
 $T_V, T_{OP}, T_{SAT}$  =  
 $T_D$  =  
 $V_{eg}, V_{succ}$  = VELOCIDAD DE SEPARACION LIQUIDO-GAS (E); VOLU-



UNIDAD  
**LOMBARDA, TABASCO**  
 DESCRIPCION  
**NOMENCLATURA CALCULOS ALIER NATURA I**

PLANTA  
**ALM. DE AMONIA CO**  
 PROYECTO NO.  
**PAA-1980-001**  
 AREA  
 HOJA **2** DE **2**  
 DEPTO.  
**PROCESO**  
 CALCULO  
**JMR**  
 APROBO  
 FECHA  
**JUNIO, 1982**

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
------	----------	-------	------	----------	-------	------	----------	-------

$V_0$  y  $g_{pas}$  = MAN DE SUCCION (SUCC); VOLUMEN DESPLAZADO DE VAPOR (D); VELOCIDAD DEL GAS (GAS)

$W_{in}$  y  $W_{out}$  = FLUJO MASICO DE: ALIMENTACION (A); LIQUIDO RETORNADO A LA ESFERA (VL); FLUJO A VALVULA DE SEGURIDAD (SU); FLUJO DE VAPOR (U); FLUJO DE LIQUIDO (L);  
 $W_L$  y  $W_V$  = FLUJO RETORNADO A CARGO TANQUE (ANIMA, V); FLUJO DE AGUA (QA); FLUJO DE VAPOR DE DISCO COMPRESORES (V, DIS)

$Z_{SV}$  y  $Z_{SD}$  = FACTOR DE COMPRESIBILIDAD DEL VAPOR: EN VALVULA DE SEGURIDAD (SV); EN LA SUCCION DEL COMPRESOR (S); EN LA DESCARGA DEL COMPRESOR (D)

$P_{wv}$  y  $P_{vs}$  = DENSIDAD DE: VAPOR RETORNADO A CARGO TANQUE (WV); ALIMENTACION (A); DE LIQUIDO EN LA ESFERA (L); DE VAPOR EN SUCCION DE COMPRESOR (VS); DE VAPOR EN DESCARGA COMPRESOR (VD) y DE LIQUIDO RETORNADO A LA ESFERA (VL)

$\mu_{g}$  = VISCOSIDAD DE VAPOR EN RECIPIENTE SEPARADOR

$\theta$  = TIEMPO REQUERIDO PARA LA SEPARACION DEL LIQUIDO DEL VAPOR



UNIDAD

L. OMBEDA (TRAFASO)

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ANGINAS ALTERNATIVA I

PLANTA

ALTA DE 11112

DEPTO.

PRJ - - -

PROYECTO NO.

CALCULO

JMP

AREA

100

APROBO

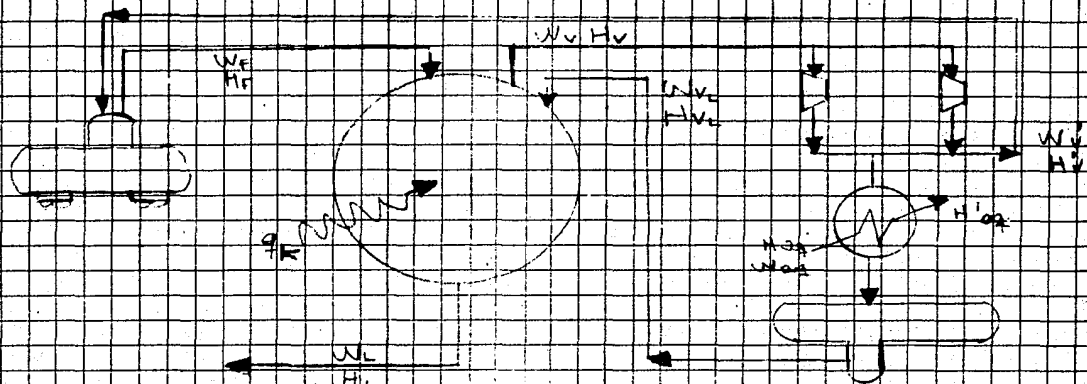
HOJA

DE 23

FECHA

26 MARZO 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA



SE TIENEN LOS CUERPOS EN LOS SIGUIENTES CASOS:

CASO 1:  
(ACCANQUE SE  
MANTIENE FIJITO)

ESFERA LLENA DE NIEVE  
FLUJO DE ALIMENTACION DE AMONIACO = 40000 kg/HA  
FLUJO DE SALIDA = 70000 kg/HA  
COMPRESORES FUNCIONANDO = DOS

CASO 2:  
(OPERACION  
NORMAL)

ESFERA EN NIVEL NORMAL DE OPERACION  
FLUJO DE ALIMENTACION = 40000 kg/HA  
FLUJO DE SALIDA = 70000 kg/HA  
COMPRESORES FUNCIONANDO = DOS

CASO 3:  
(ESFERA)

ESFERA EN NIVEL NORMAL DE OPERACION  
FLUJO DE ALIMENTACION = 0 kg/HA  
FLUJO DE SALIDA = 0 kg/HA Y 70000 kg/HA  
COMPRESORES FUNCIONANDO = UNO

CASO 4:  
(FUEGO)

POSIBILIDAD F:  
a) FUEGO EN ACCANQUE O MANTENIMIENTO  
b) FUEGO EN OPERACION NORMAL  
c) FUEGO EN ESFERA





UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO ALTERNATIVA I

PLANTA

ALM DE NH<sub>3</sub>

PROYECTO NO.

PAD-1980-001

AREA

120

HOJA

2

DE

23

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

26 MAYO 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

BALANCE DE MATERIA

EL FLASHED SERA CONSIDERADO EN EL INTERIOR DE LA ESFERA

$$W_F + W_{VL} = W_V + W_L + A_{com}$$

$$W_V = W_{VL} + W'_V$$

$$W'_V = W_F * \frac{\rho_{NH_3}}{\rho_F}$$

BALANCE DE ENERGI A

Q EN ESFERA: 
$$Q_R + Q_F + Q_R + Q_{VL} = Q_L + Q_V$$

 $Q_R$  = DE AMERADO CON LO INDICADO EN EL INCISO D, CALCULOS GENERALES ALTERNATIVAS I y III

$$Q_F = W_F (H_F - H_0)$$

$$Q_R = V_0 (H_V - H_L)$$

$$Q_{VL} = W_{VL} (H_{VL} - H_0)$$

$$Q_L = W_L (H_L - H_0)$$

$$Q_V = W_V (H_V - H_0)$$

$$H_0 = H_L = 101.655 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}}$$

ENTALPIA DE REFERENCIA

$$V_0 = I_V Q_V$$

$$I_V = (W_F - W_L) * 1/\rho_L$$

SUSTITUYENDO:

$$Q_R + W_F (H_F - H_0) + V_0 (H_V - H_L) + W_{VL} (H_{VL} - H_0) = W_L (H_L - H_0) + W_V (H_V - H_0)$$

b) EN COMPRESOR: 
$$Q_{com} = W_V (H_V - H'_V) + Q_F$$

c) EN CONDENSADORA: 
$$Q_{cond} = W'_L (H'_L - H_L) = W_{VL} (H'_V - H_{VL})$$



UNIDAD

LOMBARDA TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO ALTERNATIVO

PLANTA ALM. D. N. H.

PROYECTO NO. PAA-1982-001

AREA 100

HOJA 3 DE 23

DEPTO. PROCESO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA 31 MAYO 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

DATA

$$W_f = 40000 \text{ Kg/ma (CASOS 1 y 2)}$$

$$H_f = 145.52 \text{ kcal/kg} \quad @ 40^\circ\text{C} \quad \rho = 15.85 \text{ Kg/cm}^3 \text{ A}$$

$$\rho_f = 579.5 \text{ Kg/m}^3$$

$$H_L = 101.655 \text{ kcal/kg} \quad @ 1.5^\circ\text{C} \quad \rho = 4.63 \text{ Kg/cm}^3 \text{ A}$$

$$\rho_L = 636.502 \text{ Kg/m}^3$$

$$\rho_v = 3.639 \text{ Kg/m}^3$$

$$H_v = 401.91 \text{ kcal/kg} \quad @ 1.5^\circ\text{C} \quad \rho = 4.63 \text{ Kg/cm}^3 \text{ A}$$

$$H_v' = 408.59 \text{ kcal/kg} \quad @ 44.5^\circ\text{C} \quad \rho = 17.92 \text{ Kg/cm}^3 \text{ A}$$

$$H_{v'} = 150.835 \text{ kcal/kg} \quad @ 44.56^\circ\text{C} \quad \rho = 17.92 \text{ Kg/cm}^3 \text{ A}$$

$$\rho_{v'} = 572.1 \text{ Kg/m}^3$$

$$H_{a1} = 39 \text{ kcal/kg} \quad @ 39^\circ\text{C}$$

$$H_{a2} = 49 \text{ kcal/kg} \quad @ 49^\circ\text{C}$$

}  $\Delta T = 10^\circ\text{C}$ I) CONSIDERACIONES PARA EL CASO DE OPERACION No. 1

- a) SE PRESURIZARA EL RECIPIENTE CON GAS INERTE ADECUADO QUE PUEDA FORMARSE MEZCLAS EXPLOSIVAS CON AMONIACO Y AIRE; DE ESTA MANERA SE DESPARRA Y VENTEA EL AIRE HASTA MANTENERLA CON INERTE LA PRESION DE OPERACION NORMAL Y TEMPERATURAS AMBIENTE (4.63 Kg/cm<sup>2</sup>A y 40°C)

$$H_v = H_{v_{SAT}} + C_{p_{VAP}} (T - T_{SAT})$$

$$H_{v_{SAT}} = 401.91 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}} \quad @ 1.5^\circ\text{C} \quad \rho = 4.63 \text{ Kg/cm}^3 \text{ A}$$

SE HA CONSIDERADO  
PARA LA MEZCLA  
AMONIACO - AGUA

$$C_{p_{VAP}} = 0.498 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg} \cdot ^\circ\text{K}}$$

$$H_v = 401.91 + 0.498 (313.16 - 274.66)$$

$$H_v = 421.08 \text{ kcal/kg} \quad @ 40^\circ\text{C} \quad \rho = 4.63 \text{ Kg/cm}^3 \text{ A}$$

- b) TEMPERATURA DE DESGARRA COMPRESA

CONSIDERANDO COMPRESION ADIABATICA

$$R_c = \frac{17.92}{4.63} = 3.87 \quad K = 1.31 \quad (\text{PERRY B-13A 510 ED})$$

$$T_{ad} = T_s R_c^{\frac{K-1}{K}} = (40 + 273.16) (3.87)^{\frac{1.31-1}{1.31}} = 43.36^\circ\text{K} = 158.2^\circ\text{C}$$



UNIDAD

LOMBARDA, TAPASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ALMA-  
CENAMIENTO DE AMONIACO. ALTERNATIVA I

PLANTA

Alm. de NH<sub>3</sub>

DEPTO.

PROCESO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

CALCULO

JMR

AREA

100

APROBO

HOJA

4 DE 23

FECHA

31 MAYO 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

AHORA LA ENTALPIA DE LA CORRIENTE SERA

$$H_v' = H_v^{SAT} + C_{p,V} (T - T_{SAT})$$

$$H_v^{SAT} = 408.59 \text{ kcal/kg} \quad @ \quad 317.66^\circ\text{K}$$

$$C_{p,V} = 0.53 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{K}}$$

$$H_v = 408.59 + 0.53 (431.36 - 317.66) = 468.85 \text{ kcal/kg}$$

c) DENSIDAD

SUCCION DE COMPRESOR

$$P_r = \frac{4.63 - 0.0403}{115.17}$$

$$T_r = \frac{313.16}{405.6} = 0.77 \quad \left. \begin{array}{l} z_s = 0.97 \\ \text{(Perry 3-232)} \\ \text{57 mm} \end{array} \right\}$$

$$\rho_v = \frac{4.63 * 17}{0.97 * 0.009 * 313.16} = 3.08 \text{ kg/m}^3$$

DESCARGA DE COMPRESOR

$$P_r = \frac{17.92}{115.17} = 0.16 \quad \left. \begin{array}{l} z_d = 0.97 \end{array} \right\}$$

$$T_r = \frac{43.36}{405.6} = 0.108 \quad \left. \begin{array}{l} \text{(Perry 3-232)} \\ \text{57 mm} \end{array} \right\}$$

$$\rho_v = \frac{17.92 * 17}{0.97 * 0.009 * 43.36} = 8.60 \text{ kg/m}^3$$

d) FLUJO RETORNADO A CARGO TANQUE

$$W_v' = W_r \frac{\rho_{v,r}}{\rho_v} = 40000 * \frac{8.60}{579.5} = 593.62 \text{ kg/hr}$$

$$W_{vL} = W_v - W_v' = W_v - 593.62$$

e) BALANCE

$$Q_r = 10949.1 \text{ kcal/hr}$$

$$Q_f = 40000 (145.52 - 101.655) = 1754600 \text{ kcal/hr}$$

$$Q_k = 0 (101.655 - 101.655) = 0 \text{ kcal/hr}$$

$$I_v = (40000 - 0) * 1/626.5 = 62.84 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$V_0 = 62.84 * 3.08 = 193.84 \text{ m}^3/\text{hr}$$



UNIDAD

LIMBARA, TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ALMA-  
CENAMIENTO DE AMONIACO. ALTERNATIVA I

PLANTA

Alma de NH<sub>3</sub>

PROYECTO NO.

FAA-1980-011

AREA

100

HOJA

5

DE

23

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

31 MAYO 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$q_k = 193.84 (421.08 - 101.655) = 61918.11 \text{ kcal/hr}$$

$$q_v = W_v (421.08 - 101.655) = W_v * 319.425$$

$$q_{vl} = W_{vl} (150.835 - 101.655) = (W_v - 593.62) 49.18 = 49.18 W_v - 29198.2$$

$$49.18 W_v - 29198.2 + 101.655 W_v + 1754600 + 61918.11 = 0 + 319.425 W_v$$

$$W_v = 6654.23 \text{ kg/hr}$$

$$W_{vl} = W_v - W_j = 6654.23 - 593.62 = 6060.61 \text{ kg/hr}$$

### F) CALOR EN COMPRESORES:

$$q_{comp} = 6654.23 (468.85 - 421.08) =$$

$$q_{comp} = 317872.57 \text{ kcal/hr}$$

### G) CALOR EN CONDENSADORES:

$$q_{cand} = 6060.6 (468.85 - 150.835) =$$

$$q_{cand} = 1927361.7 \text{ kcal/hr}$$

ASI EL FLUJO DE AGUA SERA:

$$W_{ag} = \frac{1927361.7}{49 - 39} = 1927361.7 \text{ kg/hr} = 192.7 \text{ m}^3/\text{hr}$$

## II) CONSIDERACIONES PARA EL CASO DE OPERACION No 2

- a) EL AMONIACO SE ENCONTRARA SATURADO EN LA ESFERA A 4.83 kg/m<sup>3</sup>A, QUE DESPRECIANDO PEQUENAS PIERDE CONSIDERARSE LA PRESION DE SUCCION DEL COMPRESOR:

$$H_v = 401.91 \text{ kcal/kg}$$

- b) LA TEMPERATURA DE DESCARGA SERA MENOR A LA INDICADA EN I-b:

$$T_D = (1.5 + 273.16) (3.87)^{\frac{1.31-1}{1.31}} = 378.33^\circ \text{K}$$

$$H_v = 440.75 \text{ kcal/kg}$$

- c) LAS DENSIDADES SERAN:

$$\rho_v = 3.639 \text{ kg/m}^3 \quad \rho_D = \frac{17.92 * 17}{0.97 * 0.084 * 378.33} = 9.88 \text{ kg/m}^3$$



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE AMONIAO ALTERNATIVO I

PLANTA  
ALM. DE NH<sub>3</sub>

DEPTO. PROCESO

PROYECTO NO.  
PAA-1987-100

CALCULO

AREA

APROBO

HOJA

DE

FECHA

6 23

3 JUNIO 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

d) FLUJO RETORNADO A CARGO TANQUE

$$W_V' = W_F \frac{C_{WV}'}{F_F} = 40000 * \frac{9.88}{579.5} = 681.96$$

e) BALANCE

$$Q_K = 44892.5 \text{ Kcal/HR}$$

$$Q_{FF} = 1754600 \text{ Kcal/HR}$$

$$Q_L = 0$$

$$W_L = 7000 \text{ Kg/HR}$$

$$I_V = (40000 - 7000) * 1/686.5 = 51.85 \text{ m}^3/\text{HR}$$

$$V_D = 51.85 * 3.639 = 188.68 \text{ m}^3/\text{HR}$$

$$Q_{TR} = 188.68 * (401.91 - 101.655) = 56652.11 \text{ Kcal/HR}$$

$$Q_V = W_V (401.91 - 101.655) = W_V * 300.26$$

$$Q_{VL} = W_{VL} (150.835 - 101.655) = W_{VL} * 49.18$$

$$W_{VL} = W_V - W_V' = W_V - 681.96$$

$$44892.5 + 1754600 + 56652.11 + (W_V - 681.96) * 49.18 = 300.26 W_V$$

$$1856144.6 + 49.18 W_V - 33538.79 = 300.26 W_V$$

$$W_V = 7259.06 \text{ Kg/HR}$$

$$W_{VL} = 7259.06 - 681.96 = 6577.10 \text{ Kg/HR}$$

f) CALOR EN COMPRESORES

$$Q_{COMP} = 7259.06 * (468.85 - 421.09)$$

$$Q_{COMP} = 346765.30 \text{ Kcal/HR}$$

g) CALOR EN CONDENSADORES

$$Q_{COND} = 6577.10 (468.85 - 150.835)$$

$$Q_{COND} = 2091616.5 \text{ Kcal/HR}$$



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO ALTERNATIVA I

PLANTA

ALM. DE NH<sub>3</sub>

DEPTO.

PROCESO

PROYECTO NO.

PAA-1987-01

CALCULO

JMR

AREA

100

APROBO

HOJA

7

DE

23

FECHA

3 JUNIO 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

ASÍ EL FLUJO DE AUA SERÁ:

$$W_{AQ} = \frac{2091616.5}{49.39} = 20916165 \frac{\text{kg}}{\text{HR}} = 209.16 \frac{\text{M}^3}{\text{HR}}$$

### III) CONSIDERACIONES PARA EL CASO DE OPERACIÓN NO. 3

a) LA PRESIÓN DE SUCCIÓN DEL COMPRESOR Y LA ENTALPIA DE SUCCIÓN SERÁN LAS INDICADAS EN II-a:

$$P_s = 4.63 \text{ kg/cm}^2 \text{ A}$$

$$H_v = 401.9 \text{ kcal/kg}$$

b) LA TEMPERATURA DE DESCARGA SERÁ IGUAL A LA INDICADA EN II-b

$$T_D = 378.33^\circ \text{K} = 105.17^\circ \text{C}$$

$$H'_v = 440.75 \text{ kcal/kg}$$

c) DENSIDADES IGUALES A LAS INDICADAS EN II-c

$$\rho_v^s = 3.639 \text{ kg/m}^3 \quad \rho_v^D = 9.88 \text{ kg/m}^3$$

d) FLUJO RETORNADO A CARGO TANQUE

NO HABRÁ RETORNO EN ESTE CASO

$$W'_v = 0$$

e) BALANCE

CUANDO  $W_v = 0$

$$W_v = \frac{Q_{in}}{H_v - H_v^D} = \frac{44892.5}{401.91 - 101.655} = 149.5 \text{ kg/hr}$$

CUANDO  $W_v = 2000 \text{ kg/hr}$  EL CALOR QUE INGRESA A LA ESFERA ( $44892.5 \frac{\text{kcal}}{\text{HR}}$ ) ES MENOR AL CALOR QUE SALE DE LA MISMA CON EL LIQUIDO ( $2000 * 101.655 = 203311 \text{ kcal/hr}$ ) POR LO QUE NO HABRÁ EVAPORACION APRECIABLE CUANDO SOLAMENTE SE DESCARGUE LA ESFERA, SIN PRESENTAR ALIMENTACION



UNIDAD

LOMBARDA, TOBASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ANONIAW. ALT. I

PLANTA

ALM DE NH<sub>3</sub>

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

100

HOJA

8

DE

23

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

3 JUNIO 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

e) CALOR EN COMPRESOR:

$$Q_{\text{comp}} = 149.5 * (468.85 - 421.08) =$$

$$Q_{\text{comp}} = 7141.62 \text{ kcal/hr}$$

g) CALOR EN CONDENSADOR: \*\*

$$Q_{\text{cond}} = 149.5 * (468.85 - 150.835) =$$

$$Q_{\text{cond}} = 47543.24 \text{ kcal/hr}$$

ASI EL FLUJO DE AGUA REQUERIDO SERA

$$W_{\text{Ag}} = \frac{47543.24}{43.39} = 11885 \text{ kg/hr} = 11.9 \text{ m}^3/\text{hr}$$

IV.) CONSIDERACIONES PARA EL CASO DE OPERACION No 4

SE CONSIDERA QUE EN CASO DE FUEGO, SE DETENDRA LA ALIMENTACION, SE CORTARA EL SUMINISTRO DE GAS NATURAL Y DE CORRIENTE ELECTRICA.

SEGUN EL PARAFS 5.2 DE LA API 520, LA ELEVACION DEL DIAMETRO MAYOR DE LA ESFERA, DEBE CONSIDERARSE DENTRO DEL AREA HUMEDA, PARA FUEGO.

ASI, DE API-RP 520, I P 11:

$$Q_{\text{sv}} = 21000 F A_m^{0.82}$$

$$K_{\text{qu}} = 1.488 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{°C} \text{m}} * \frac{1}{5.08 \text{ m}} * \frac{1}{0.5} = 1.17 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{°C}} = 0.24 \frac{\text{BTU}}{\text{m}^2 \text{°F}}$$

∴ F = 0.075 DE TABLA B API-520

\*\* PARA LOGRAR UN AJUSTE A LA LONGITUD INDICADA POR CALCAJOS DE DISCOS PARA CAMBIADORES (20 FT) SE CONSIDERARA UN MEJOR INCREMENTO EN LA TEMPERATURA DE SALIDA, FINALMENTE REPERCUTIENDO EN EL AREA



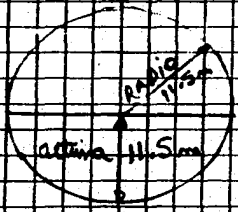
UNIDAD  
**LOMBARDA, TABASCO**  
 DESCRIPCION  
**BALANCE EN SISTEMA DE ALMA-  
 CENAMIENTO DE AMONIAO AL.I**

PLANTA  
**ALM. DE NH3**  
 PROYECTO NO.  
**PAA-1989-01**  
 AREA  
**100**  
 HOJA  
**9** DE  
**23**

DEPTO. **PROCESO**  
 CALCULO  
**JMR**  
 APROBO  
**JMR**  
 FECHA  
**JUNIO 1981**

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

EL AREA HUMEDA SERA:



$A = 2\pi \text{ RADIO} \times \text{ALTEZA}$

$A_m = 2\pi (11.5) (11.5)$

GREEN  
 MANUAL OF FORM-  
 ULASTIC TECHNIQUES

$A_m = 830 \text{ m}^2 = 8944.3 \text{ ft}^2$

$Q_{s0} = 21000 \times 0.075 \times (8944.3)^{0.82}$

$Q_{s0} = 2738722.1 \frac{\text{BTU}}{\text{HR}} = 690158 \frac{\text{KCAL}}{\text{HR}}$

DE ESTA FORMA, A LA PRESION DE DISEÑO (PRESION DE AJUSTE) Y TEMPERATURA DE EQUILIBRIO.

$P = 5.68 \text{ PSIA} \Rightarrow T = 280.15 \text{ K} \Rightarrow \Delta H_{vap} = 295.51 \frac{\text{KCAL}}{\text{KG}}$

$W_{s0} = \frac{690158}{295.51} = 2335.5 \frac{\text{KG}}{\text{HR}} = 5144.2 \frac{\text{Lb}}{\text{HR}}$

$A = \frac{W_{s0} \sqrt{K_{z0}}}{C_1 K F K_{v0}}$  DE API-520 P. 37

$T_0 = 280.15 \text{ K} = 504.27 \text{ R}$

$W_{s0} = 5144.2 \frac{\text{Lb}}{\text{HR}}$

$C_1 = 8479 (\text{K} = 1.31) \text{ TABLA-1 API-520}$

$T_0 = 0.975$

$P = 83.5 \times 1.20 = 100.2 \text{ PSIA}$

SUBPRESION EN CASO DE FUEGO

$K_b = 1$  PARA VALVULAS BALANCEADAS HASTA 32% CONTRAPRESION

$PM = 17.01$





UNIDAD

LONBARRA TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ALMA-  
CENAMIENTO DE AMONIACO

PLANTA

ALM. DE AMONIAO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

400

HOJA

10 DE 23

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

JUNIO, 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$A = \frac{5144.2 * \sqrt{509.2 * 0.91}}{347.1 * 0.975 * 100.2 * 1 * \sqrt{1.7}} \text{ m}^2$$

$A = 0.801 \text{ m}^2 \Rightarrow$  PUEDE USARSE UN ORIFICIO "J"  
Y LA VALVULA SERA DE 2" X 3"  
EN UN AREA EFECTIVA DE  $1.297 \text{ m}^2$   
DE ISO# POR ISO#

SE USARAN DOS VALVULAS, UNA DE SPARE DE LA  
OTRA, A PARTE DE RETALDANTE EN LA ESTRUCTU-  
RA SOPORTE DE LA ESPERA CON EL FIN DE EVITAR,  
EN CASO DE FUERZO LA FRACTURA O FUNDICION DE  
LAS MISMAS



UNIDAD  
Bombas de Almacenamiento

DESCRIPCION  
BALANCE EN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE AMONÍACO - ALT. I

PLANTA  
Almacén NH<sub>3</sub>

DEPTO. Nec.

PROYECTO NO.  
PAR 1980-001

CALCULO  
Nº 2

AREA  
200

APROBO

HOJA  
11

DE  
23

FECHA  
5/10/1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

IV) CALCULO DEL RECIPIENTE T.H. - 213 : (ACUMULADOR)

$$P_{op} = 17.92 \text{ Kg/cm}^2 \text{ A}$$

$$T_{op} = 44.56 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$P_d = 17.92 + 1.76 = 19.68 \text{ Kg/cm}^2 \text{ A} = 280 \text{ psia} = 2.65 \text{ BASIG}$$

Materia: SA 285 C

S = 17500  $\frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$  (SEÑAL UNII Duv-1 Talla UCS-23)  
para A-515-70 (ing 44)

E = 1 ESTADAMENTE ADECS SAAR'RAD

$$T_r = \frac{(2924494 - 1008046) \text{ Kcal}}{\text{hr}} \cdot \frac{1}{.253} \cdot \frac{\text{BTU}}{\text{Kcal}} \cdot \frac{1}{12000} \cdot \frac{T_r}{\text{Grado}} =$$

$$T_r = (33.75 \text{ TONS. REF})$$

$$d = 42" (1.07 \text{ m})$$

L = 18' (5.5 m) de Refrigeración Industrial  
"Planta Almacén recipientes de alta presión para Amoníaco"

$$\therefore \text{VOLUMEN} = 1.24 \text{ M}^3$$

Referencia al espacio del campo

$$L = \frac{P_{op} R}{SE - 0.6 P_o} + 0.4$$



UNIDAD  
*Sembadora Tabasco*  
DESCRIPCION  
BALANCE EN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO  
DE AMONIACO ALTERNATIVA I

PLANTA  
*Almac. NH<sub>3</sub>*  
PROYECTO NO.  
*PAA 1980-001*  
AREA  
*200*  
HOJA  
*12* DE  
*23*

DEPTO. *Mex.*  
CALCULO  
*A 6 R*  
APROBO  
FECHA  
*5/10/1981*

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$t = \frac{265.3 \times 21}{17500(1.0) - 0.1(265.3)} + 0.0625 = 0.38''$$

$t = 1/2''$  (0.5'') *espesor comercial*

3) *Calculo de las tapas*

*forjas planas:*

$$t = \frac{0.885 P \times L^2}{5 \times E - 0.1 P} + C_A$$

$$L = d = 42''$$

$$\text{Volumen } 0.887 \text{ lb}^3 = 5993.33 \text{ in}^3 = 98.8 \text{ lb}$$

*Tipo de juntas:*

*Las tapas se taparan con juntas por soldadura*

$E = 1.0$  *radio grafico TOTAL*

$$t = \frac{0.885 (265.3) \times 42^2}{17500(1.0) - 0.1(265.3)} + 0.0625 = 0.62''$$

$t = 3/4''$  (0.75'') *espesor comercial*

*SEMIELIPTICAS:*

$$t = \frac{P D}{2(E + 0.1 P)} + C = \frac{265.3 \times 42}{(17500(1.0) + 0.1(265.3))} + 0.0625$$

$$t = 0.38''$$

$t = 1/2''$  (0.5'') *ESPESOR COMERCIAL*

SE USARAN TAPAS SEMIELIPTICAS DE 1/2" DE ESPESOR



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE  
ALMACENAMIENTO DE AMONÍACO ALT. I

PLANTA

ALM. DE NH<sub>3</sub>

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

200

HOJA

13

DE

23

DEPTO.

PROCESO MECANICO

CALCULO

JMA

APROBO

FECHA

29 Julio 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

II) NIVEL DE OPERACION  
DE PERRY 6-87 3<sup>er</sup> PL

ASCENSITE LLENO AL 85%

$$\Rightarrow h/d = 0.8 \quad ; \quad h = 0.8 d = 0.8 (42)$$
$$h = 33.6 \text{ m}$$
$$h = 34''$$

HACIENDO AHORA UN CALCULO DEL TIEMPO DE RESISTENCIA TEMPORAL:

$$\frac{\text{TIEMPO}}{\text{RESISTENCIA}} = \frac{4.24 \text{ m}^3 \times 572.1 \text{ kg/m}^3}{6569.34 \text{ kg/hr}} = 0.37 \text{ HR} = 22 \text{ min}$$

### III) PURGADOR DE INERTES: (CH-218)

EL PURGADOR DE INERTES DEBEA TENER UNA CAPACIDAD ADECUADA PARA UN SISTEMA DE 6000 TONNELLAS DE REFRIGERANTES CON UNA PRESION DE DISEÑO DE 25.3 PSIG (1.73 kg/cm<sup>2</sup>), EL PASADORA SE ENCARGA DE DAR O DIMENSIONALES



UNIDAD  
 LOMBARDIA TABASCO  
 DESCRIPCION  
 BALANCE EN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ABONOS. DET. I

PLANTA  
 ALMA DE NHB  
 PROYECTO NO.  
 PAA-1980-011  
 AREA  
 200  
 HOJA  
 14 DE 23

DEPTO.  
 PROCESO / MECANICO  
 CALCULO  
 J.M.R.  
 APROBO  
 FECHA  
 29-JULIO 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
------	----------	-------	------	----------	-------	------	----------	-------

III - CALCULO DE COMPRESORES BC-201/202/205

EL CASO MAS CRITICO DE OPERACION ES EL NO 2 DE OPERACION SE USARAN DOS COMPRESORES FUNCIONANDO SIMULTANEAMENTE Y SE TENDRA UN CAMPO DE RESERVA.

$U_{10} = 7259.06 \text{ kg/hr}$

POR CRITERIO DE DISEÑO:

$U_{10}^{DIS} = 7259.06 * 1.1 = 7984.97 \text{ kg/hr} \Rightarrow 3992.5 \text{ kg/hr POR COMPRESOR}$

$V_{SPACE} = \frac{U_{10}^{DIS}}{\rho_{SPACE}} = \frac{3992.5 \text{ kg/hr}}{3.639 \text{ kg/m}^3} = 1097.14 \text{ m}^3/\text{hr}$

$V_{SUCC} = 1097.14 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}} * \frac{1 \text{ hr}^2}{1035.48 \text{ m}^2} * \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}} = 646 \text{ ICFM}$

POR LO TANTO DE NEFRAN R. COMPRESOR SELECTION FOR THE CHEMICAL PROCESSES INDUSTRIES (CHEM ENG ENG 20, 78-94 (1975), EL LIMITE SUPERIOR EN FLUJO PARA RECOMENDAR EL USO DE UN COMPRESOR RECIPROCANTE ES 3000 ICFM POR LO QUE EL COMPRESOR SELECCIONADO SERA DE ESTE TIPO DE ESTA FORMA:

CAPACIDAD	3992.5 kg/hr
VAPOR	AMONIACO (NH3)
PESO MOLECULAR	17.031
PRESION DE SUCCION	4.63 kgf/cm <sup>2</sup> A
TEMPERATURA DE SUCCION	274.66 OR

SEGUN CRITERIO DE DISEÑO:

PRESION DE DESCARGA DE DISEÑO  $17.92 * 1.1 = 19.71 \text{ kgf/cm}^2 \text{ A}$

PSADIDA DE PRESSION EN DAMPER DE PULSACION  $0.01 * 19.71 = 0.2 \text{ kgf/cm}^2 \text{ A}$



UNIDAD  
 LOMBARDIA, TABASCO  
 DESCRIPCION  
 BALANCE EN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ANHIDRIDO ALTERNATIVO

PLANTA  
 F.M. de NH<sub>3</sub>  
 PROYECTO NO.  
 PAA-1760-001  
 AREA  
 200  
 HOJA  
 15 DE 23  
 DEPTO.  
 PASCAGO  
 CALCULO  
 JMR  
 APROBO  
 FECHA  
 29-JULIO-1961

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

PRESION DE DESC. TOTAL .....  $19.71 + 0.02 = 19.91 \text{ kg/cm}^2$

RELACION GLOBAL DE COMPRESION .....  $\frac{19.91}{4.63} = 4.30$

NUMERO DE ETAPAS

SE DEBE MANTENER LA RELACION DE COMPRESION ENTRE 2.0 Y 3.0 POR ETAPA, POR LO CUAL SE REQUIEREN DOS ETAPAS:

	ETAPA 1	ETAPA 2
RELACION DE COMPRESION APROXIMADA $\frac{P_2}{\sqrt{4.3}}$	2.07	2.07
PRESION DE DESCARGA APROXIMADA, $\text{kg/cm}^2$	9.60	19.87
CAIDA DE PRESION ENTRE ETAPAS $0.1 \frac{P_2}{P_1}$ , $\text{kg/cm}^2$	0.49	—
CAIDA DE PRESION EN DAMPER DE PULSACION $0.01 P_2$ , $\text{kg/cm}^2$	—	0.20
PRESION DE SUCCION $\text{kg/cm}^2$	4.63	9.60
TEMPERATURA DE SUCCION $^{\circ}\text{K}$	279.66	326.3
FACTOR DE COMPRESIBILIDAD SUCCION	0.97	0.97
PRESION DE DESCARGA $\text{kg/cm}^2$	10.09	19.91
TEMPERATURA DE DESCARGA $T_0 = T_2 R_c \frac{K-1}{K}$ , $^{\circ}\text{K}$	326.3	387.6
RELACION DE COMPRESION REAL	2.18	2.07
DENSIDAD A LAS CONDICIONES DE ENTRADA $\frac{P}{ZRT}$ , $\text{kg/m}^3$	3.639	6.45



UNIDAD <b>LOMBARDA, TABASCO</b>	PLANTA <b>ALM. DE NMS</b>	DEPTO. <b>PROCESO</b>
	PROYECTO NO. <b>PAA-1900-01</b>	CALCULO <b>JMR</b>
DESCRIPCION <b>BALANCE EN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ALMONIACO-ALT. I</b>	AREA <b>200</b>	APROBO
	HOJA <b>16 DE 23</b>	FECHA <b>29-JULIO-81</b>

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
------	----------	-------	------	----------	-------	------	----------	-------

FLUJO VOLUMETRICO A LA TEMPERATURA DE SATURACION y 1.10 kg/litro (MARETEO) DE LA GRAFICA BHP/MARETEO	5029.5 (4.3)	5975.12 (5.11)
CORRECCION POR GRAVEDAD ESPECIFICA 1.7	46.2	43.8
FACTOR DE COMPRESIBILIDAD PROMEDIO	0.97	0.97
BHP/E TAPA	213.9	243.15
BHP TOTALES	457.06	

VIII. - CALCULO RECIPIENTE DE FRUITS (KNOCKOUT DE COMPRESOR)  
(74-209)

FLUJO A COMPRESORES =  $7259.06 \text{ kg/hr} = 1994.79 \text{ m}^3/\text{hr}$

$P_L = 636.700 \text{ kg/m}^3$       FACTOR DE CORRECCION  
 $P_V = 3.639 \text{ kg/m}^3$        $(P_L)^2 = 0.0119 \cdot P \cdot (P_L - P_V) \cdot 0.002$   
 $\mu = 0.0002 \text{ cp}$        $(Re)^2 = 0.0119 \cdot 3.639 \cdot (636.7 - 3.639) \cdot 0.0002$   
 $P = 4.63 \text{ kg/litro A}$        $= 1263$   
 $T = 115^\circ \text{C}$        $\therefore F16.8 \text{ AF} = 921 \text{ (} \approx 2.5 \text{)}$

a) ESPACIO NECESSARIO

$$V_e = 0.1415 \sqrt{\frac{P_L - P_V}{\rho}} = 0.1415 \sqrt{\frac{636.7 - 3.639}{3.639(2.5)}}$$

$V_e = 1.21 \text{ ft/sec} = 1327.7 \text{ m/hr}$

ANCHO DE PISO (ANCHO DE MINERA DE VAPOR)

$A = \frac{1994.79 \cdot 2.0}{1327.7} = 3.00 \text{ m}^2 \text{ (32.3 ft}^2\text{)}$

$D_k = \sqrt{\frac{4(32.3)}{\pi}} = 6.41 \text{ ft} = 1.95 \text{ m (76.9 in)}$



UNIDAD	PLANTA	DEPTO
LOMBARDA, TABASCO	ALN. DE 1.113	PROCESO
DESCRIPCION	PROYECTO NO.	CALCULO
BALANCE EN SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE AMONIAK ALT. I	PAA-1980-001	JMA
	AREA	APROBO
	HOJA	FECHA
	200	17 DE 23
		29 JULIO 81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

LA CANTIDAD DE CONDENSADO ACUMULADO SERA LA ARRASTRADA POR EL AMONIAK AL EVAPORARSE EN LA EFENA, PERO LO TANTO SE CONSIDERARA, QUE UNA MINIMA CANTIDAD, NO SERA FACTOR LIMITANTE PARA FIJAR LA ALTURA DEL RECIPIENTE, ADEMÁS SE VA A CONTAR CON UNA RESISTENCIA CALEFACTORA QUE EVAPORARA CUALQUIERA AMONIAK ARRASTRADO. A UN TIEMPO RECOMENDADO DE 10 min EN BASE A EL FLUENTE LIQUIDO NO ES PRACTICO Y SE EMPLEARA UNA RELACION ALTURA/DIAMETRO DE 1.5

$$h = 1.5 D_c = 1.5 \times 11.30 \text{ m} = 2.9 \text{ m} = 9.6 \text{ ft}$$

COMPROBACION:  $\frac{1}{1.21} = 0.826 \text{ sec}$   $\frac{1994.75 \times 2}{3600 \times 3.639} = 0.305 \text{ m/sec}$   
 $h_{min} = 5.82 \times 0.305 = 1.76 \text{ m} = 5.7 \text{ ft}$  PARA SEPARAR LIQUIDO  
 CON ESTA RELACION

D) ESPESOR DEL CUERPO

$$t = \frac{PR}{SE - 0.6P} + C_r$$

$$C_r = \frac{1}{16} = 0.159 \text{ cm}$$

$P = 5.35 \text{ kg/cm}^2$  M.F. IGUAL QUE LA EFENA PERO NO EXISTE BLOQUEO

$$F = 76.1 \text{ PSI}$$

$$L = 77.3 \text{ cm}$$

$$S = 13800 \text{ PSI} \quad A-283-C$$

$E = 1$  (TOTALMENTE RADIOGRAFIADO)

$$R = 77.3 \text{ cm} / 2 = 38.65 \text{ cm}$$

$$t = \frac{76.1 \times 38.65}{13800(1) - 0.6(76.1)} + 0.0613 = 0.276 \text{ cm}$$

SE USARA  
 PLACA COMERCIAL DE 5/16"





UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE AMONIAO ALT. I

PLANTA ALMA. DE NH<sub>3</sub>

PROYECTO NO. PAA-1980-001

AREA 200

HOJA 18 DE 23

DEPTO. PROCESO

CALCULO JMA

APROBO

FECHA 29 JULIO 81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

C) ESPESOR TAPAS

ESPESOR MINIMO

$$t = \frac{P \cdot D}{2(SE + 0.1P)} + C_A = \frac{76.1 \times 77.3}{2(13800 + 0.1 \times 76.1)} + 0.0625 = 0.275 \text{ in}$$

TAPAS  
SEMIELIPTICAS

$$t = \frac{0.985 \cdot P \cdot K}{SE - 0.1P} + C_A = \frac{0.985 \times 76.1 \times 77.3}{13800 - 0.1 \times 76.1} + 0.0625 = 0.4399 \text{ in}$$

TAPAS  
RECTANGULARES

SE USARAN TAPAS SEMIELIPTICAS DE PLATA DE 5/16" ESPESOR MINIMO 0.275 in (0.7 cm)

VIII.- CALCULO SEPARADORES DE ACEITE: (TH-210/211)

FLUJO POR RECIENTE = 3992.5 kg/hr

PRESION = 17.92 kg/cm<sup>2</sup>A(CASO 1) TEMPERATURA = 44.87 °K  
Z = 0.94

$$P_v = \frac{PPM}{PRT} = 8.60 \text{ kg/m}^3$$

VAPOR SOBRECALENTADO

ESTOS RECIENTES TIENEN EL OBJETIVO DE SEPARAR LOS ACEITES NAFTALANOS POR EL AMONIAO, PROVENIENTE DEL SISTEMA DE LUBRICACION DE LOS COMPRESORES.

$$V = 3992.5 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{8.60 \text{ kg}} = 464.24 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$$

$P_v = 910 \text{ kg/m}^3$  PARA ACEITE LUBRICANTE (MANUAL DE SELMEC)  
 $\mu = 0.015 \text{ kg/m} \cdot \text{s}$  DE DATOS TECNICOS  
 p. 24

a) FLUJO VISCOSIDAD:

$$C(K_0)^2 = \frac{0.015 \cdot (8.60)(910 - 8.60) \cdot 0.2039}{(0.015)^2} = 1610$$

∴ C = 3 API-S21



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ALMACEN  
NANIENTES DE ANGINIALES ALI-I

PLANTA

ALM-DE ANGINIALES

PROYECTO NO.

PAR-1989-001

AREA

200

HOJA

19 DE 23

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

29 JUNIO 81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$\text{Asi } V_e = 0.145 \sqrt{\frac{P - P_v}{\rho \cdot e}} = 0.145 \sqrt{\frac{91.5 - 8.60}{8.60(3)}} = 0.857 \text{ Ft/col} = 940.4 \text{ mm/col}$$

$$\text{Asi } A_s = \frac{\text{FACT. DE SEG.} \cdot 467.24 \frac{\text{mm}^2}{\text{col}} \cdot 2.0}{940.4 \text{ mm/col}} = 0.987 \text{ m}^2$$

$$D_s = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.987}{\pi}} = 1.12 \text{ m} = 3.67 \text{ ft} \approx 4 \text{ ft} = 1.2 \text{ m}$$

LA CANTIDAD DE ACERO ABRASTADA DEBE SER MINIMA POR LO  
CUAL, COMO EN EL CASO ANTERIOR, UNA RELACION DE  
ESBELTEZ SERA LA PREDOMINANTE.

$$\text{DE ESTA FORMA } L = 4 \cdot 1.8 = 7.2 \text{ m}$$

COMPROBACION  $\lambda = \frac{L}{r} = \frac{6 \cdot 0.50}{0.857} = 3.5 \text{ seg}$  ↑ ALTURA DISPONIBLE PARA LA SEPARACION

$$\lambda_{\text{lim}} = 3.5 \sqrt{\frac{3992.5 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{cm}^2}{8.60 \text{ g/cm}^3}} = \frac{1}{0.987 \text{ m}^2} = \dots$$

ALTEZ MAXIMO DE OPERACION O ALTURA MINIMA PARA SEPARACION  $\rightarrow h_m = 0.45 \text{ m} \approx 1.5 \text{ ft}$  : RELACION DE ESBELTEZ CORRECTA

D) ESPESURA DEL CUERPO :

$$t = \frac{P \cdot R}{S \cdot C} + C_0$$

$$C_0 = \sqrt{16}'' = 0.159 \text{ cm}$$

$$P = 19.68 \text{ kg/cm}^2 = 265.3 \text{ PSI}$$

$$R = 2 \text{ ft} = 24 \text{ cm}$$

$$L = 4.8 \text{ m}$$

$$S = 13800 \text{ PSI} \quad A \rightarrow B5C$$

$$E = 1.0 \text{ TOTALMENTE RADIOPARETE}$$

$$t = \frac{265.3 \cdot 24}{13800 + 0.6(265.3)} + 0.159 = 0.529 \text{ cm}$$

SE USARA PLACA CORRUGADA DE 5/8''



UNIDAD

LAMAADA TRABASO

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE AMONIAQUEAL T. I

PLANTA

ALM. DE AMONIAQUEAL

DEPTO.

MECANICA

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

CALCULO

JMR

AREA

200

APROBO

HOJA

20 DE 23

FECHA

29, JULIO 81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

c) ESPESOR DE TAPAS:

ESPESOR MINIMO

$$t = \frac{P_D D}{2(SE + 0.1 P_D)} + C_A = \frac{265.3 * 48}{2(13800 + 0.1 * 265.3)} + 0.0625 =$$

$$t = 0.523" \text{ TAPAS SEMI-LINTICAS}$$

$$t = \frac{0.85 D P_D}{SE - 0.1 P_D} + C_A = \frac{0.85 * 265.3 * 48}{13800 - 0.1 * 265.3} + 0.0625 =$$

$$t = 0.851m \text{ TAPAS LINTICAS}$$

SE USARAN TAPAS SEMI-LINTICAS DE 5/8"

PARA TH-212

$$FLUJO = 149.5 \text{ kg/hr}$$

$$P_V = \frac{PPM}{2RT} = 10.2 \text{ kg/m}^3$$

$$V = 14.65 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$P_0 = 910 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 0.016 \text{ cp}$$

a) ESPACIO NECESARIO:

$$C(R_0)^2 = \frac{0.0119(10.2)(910 - 10.2)0.0039}{(0.016)^2} = 1664$$

$$\therefore C = 3.5 \text{ API-521}$$

$$\text{Asi } U_e = 0.145 \sqrt{\frac{910 - 10.2}{10.2(3.5)}} = 0.228 \text{ m/s} = 7.92 \text{ m/hr}$$

$$\text{Asi } A_g = \frac{14.65 \text{ m}^3/\text{hr} * 2}{7.92 \text{ m/hr}} = 0.0367 \text{ m}^2$$

$$D_g = \sqrt{\frac{4 * 0.0367}{\pi}} = 0.216m = 0.71ft = 8.5in \text{ --- } 10in$$

TUBERIA COMERCIAL

$$= 0.21m$$

$$= 0.69ft$$



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO ALT. I

PLANTA

ALM. DE AMONIACO

PROYECTO NO

PAA-1980-001

AREA

200/100

HOJA

21 DE 23

DEPTO.

MECANICO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

29, JULIO 81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

AL IGUAL QUE PARA T1-210 y 211

$$h = 0.24 * 1.5 = 0.36 \text{ m} = 1.18 \text{ FT} = 14.2 \text{ in}$$

COMPARACION:  $\theta = \frac{1.18 * 0.5}{0.728} = 0.810 \text{ SAC}$

% ALTURA DISPONIBLE

$$\therefore h_m = 0.810 \text{ SAC} * \frac{149.5 \text{ kg/m}^3 * \text{HR}}{10.2 \text{ kg/m}^3 * 3600 \text{ seg}} * \frac{1}{0.0267 \text{ m}^2}$$

$$h_m = 0.09 \text{ m} = 0.3 \text{ FT} \quad \therefore \text{RELACION DE ESBELTEZ CORRECTA}$$

POR EL TAMAÑO DEL DIAMETRO PUDE USARSE TURBINA COMERCIAL CON ESTRUCTURA A-106-B

b) ESPESOR DEL CUERPO:

$$t = \frac{263.5 * 5}{13800 - 0.4(263.5)} + 0.0625 = 0.159 \text{ in}$$

SE USARA PLACA COMERCIAL DE 3/16"

c) ESPESOR DE TAPAS

$$t = \frac{263.5 * 10}{2(13800 + 0.1(263.5))} + 0.0625 = 0.157 \text{ in}$$

PARA TAPAS SEMIESFERICAS O CAP

$$t = \frac{263.5 * 10}{13800 - 0.1 * 263.5} + 0.0625 = 0.254 \text{ in}$$

PARA TAPAS TORISFERICAS

SE USARAN TAPAS SEMIESFERICAS O CAP DE 3/16" DE ESPESOR

IX BOMBAS (BA-102/104)

LAS BOMBAS SERAN LAS INDICADAS EN BASE ALTERNATIVAS I y II PUNTO VIII

<b>Fi</b>	UNIDAD	PLANTA	DEPTO.
	LOMBARDA, TABASCO	ALM. DE AMONIACO	PROCESO
	DESCRIPCION	PROYECTO NO.	CALCULO
	BALANCE EN SISTEMA DE ALMA- CENAMIENTO DE AMONIACO	PAA-1980-001	JMR
		AREA	APROBO
		100	
		HOJA DE	FECHA
		22 23	30 JULIO, 81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

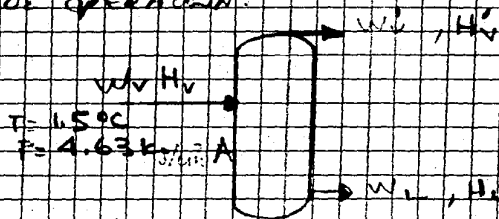
### III. CALCULO DE RESISTENCIA CALEFACTORA (MIN-219)

HAY DOS CRITERIOS DE ACUERDO CON LA ZONA: (TEMP. AMB. = 40°C)

1º DISMINUCION EN LA PRESION DEBIDO A PERDIDAS POR FRICCION, QUE SE CONTRABASTARIA CON EL EFECTO DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL, ADEL EL GRADIENTE DE MUY GRANDE (30.5°C)

2º CONGELACION DEL RECIPIENTE SEPARADOR TH-209 DEBIDO A LA FORMACION DE HIELO EN EL EXTERIOR

SE SUPONDRÁ LA SEGUNDA CONDICION PARA EL CALCULO DE LA RESISTENCIA, CONCENTRACIONES EN EL RECIPIENTE EN CASO 2 DE OPERACION:



CONDICION DE EQUILIBRIO A 0°C (DE TABLA I)

$$W_v = 7259.06 \text{ kg/hr}$$

$$H_v = 401.91 \text{ kcal/kg}$$

$$H_v = 401.52 \text{ kcal/kg}$$

$$H_l = 100 \text{ kcal/kg}$$

SE CONSIDERARA UNA CONDENSACION ISOENTROPICA

Y DEL DIAGRAMA PRESION-ENTROPIA SE OBTIENE USANDO LA REGLA DE LA PALANCA:

$$\text{TOT: } 7.9 \text{ mm}$$

$$\text{VAP: } 7.8 \text{ mm}$$

$$\text{LIG: } 0.1 \text{ mm}$$

$$0.01266 * 725906 = 91.9 \text{ kg/hr LIQUIDO}$$

$$0.98734 * 725906 = 7157.16 \text{ kg/hr VAPOR}$$

EL CALOR LATENTE DE VAPORIZACION A LA CONDICION DE EQUILIBRIO ES: 301.52 kcal/kg (DE TABLA I)



UNIDAD

DESCRIPCION

LAMPARON, TARNCO

BALANCE EN SISTEMA DE  
ALMACENAMIENTO DE ANÁLISIS

PLANTA

PROYECTO NO.

AREA

HOJA

DE

DEPTO.

CALCULO

APROBO

FECHA

ALM. DE NH<sub>3</sub>

PAA-1980-001

100

23 23

PROCESO

JMR

30 JULIO 81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

EL CALOR SENSIBLE REQUERIDO POR EL GAS PARA RE-  
TORNAR A SU TEMPERATURA DE 1.5°C SERÁ

$$Q = 2167.16 * 0.498 (1.5 - 10) =$$

$$Q = 1784.62 \frac{\text{Kcal}}{\text{HR}}$$

PARA EL LIQUIDO CONDENSADO:

$$Q = 301.52 * 91.9 + 91.9 * 0.498 (1.5 - 10)$$

$$Q = 27732.6 \frac{\text{Kcal}}{\text{HR}}$$

ASÍ EL CALOR TOTAL SERÁ:

$$Q_T = 1784.62 + 27732.6 = 29517.22 \frac{\text{Kcal}}{\text{HR}}$$

ADemás:

$$1 \text{ Kwatt HR} = 860.5 \text{ Kcal}$$

$$\therefore 29517.22 \frac{\text{Kcal}}{\text{HR}} * \frac{1 \text{ Kwatt HR}}{860.5 \text{ Kcal}} = 34.3 \text{ Kwatt}$$

SE CONSIDERARÁ UN 20% DE FACTOR  
POR PERDIDAS, ENSUCIAMIENTO Y ARRASTRES

POR LO CUAL

$$\text{CAPACIDAD DE RESISTENCIA} = 34.3 * 1.2 = 41.16 \text{ N 41 Kwatts}$$

CON ELEMENTO DE INCOLOY-800

**C. - CALCULOS ALTERNATIVA II**



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

NOMENCLATURA, ALTERNATIVA II

PLANTA

ALM. DE AMONIACO

DEPTO.

PROCESO

PROYECTO NO.

PAA-1700-001

CALCULO

JMR

AREA

APROBO

HOJA

1

DE

1

FECHA

JUNIO, 82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

 $C_p$  = CAPACIDAD CALORIFICA (P) $D$  = DIAMETRO DE LA ESFERA $E$  = EFICIENCIA DE SOLDADURA $M_s$  = MASA DE SALIDA DE LA ESFERA $A, P_o$  = PRESION DE OPERACION; PRESION DE DISEÑO (D), POTENCIA (OT) $Q$  = CARGA TERMICA A RETIRAR DEL LIQUIDO EFLENTE $R$  = RADIO DE LA ESFERA $S$  = ESFUERZO PERMISIBLE $E \text{ y } t_{DH}$  = ESPESOR DE PLACA; CARGA DIFERENCIAL TOTAL (DH) $V$  = VOLUMEN DE LA ESFERA $W$  = MASA DE ALMACENAMIENTO $\Delta P$  = PERDIDA DE PRESION $\Delta T$  = DECAIMIENTO DE TEMPERATURA $\rho_{NH_3}$  = DENSIDAD DE ALMACENAMIENTO





UNIDAD	PLANTA	DEPTO.
LOMBAADA, TABASCO	ALM DE AMONIA	PROCESO
DESCRIPCION	PROYECTO NO.	CALCULO
BALANCE EN SISTEMA DE ALMA- CENAMIENTO DE AMONIALES. ALT. II	PAA-1982-001	JMR
	AREA	APROBO
	HOJA	FECHA
	1 DE 3	MARZO, 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

a) CALCULO DE DIAMETRO: (TE-101)

TEMPERATURA AMBIENTE = 39°C

$$\rho_{NH_3} = 581 \text{ kg/m}^3$$

$$P = 15.415 \text{ kg/m}^2 = 212 \text{ #}$$

$$W = 3500000 \text{ kg}$$

$$P_0 = 237 \text{ #}$$

$$V = \frac{W}{\rho_{NH_3}}$$

$$V = \frac{3500000}{0.85 \times 581} = 7087.17 \text{ m}^3$$

$$D = \left[ \frac{6 \times 7087.17}{\pi} \right]^{1/3} = 23.83 \text{ m}$$

$$= 24 \text{ m}$$

- FUERA DE CALCULO -  
- ASME -

b) CALCULO DE ESPESOR (TE-101)

APROXIMANDO CON FINES ESTIMATIVOS MEDIANTE ASME

$$t = \frac{P_0 D}{2SE - 0.2P_0} = \frac{237 \text{ PSIG} \times \frac{24}{2} \times \frac{1}{0.3398} \times 12}{2 \times 17500 - 0.2 \times 237}$$

$$t = 3.20" + 1/16" \text{ (MARGEN POR CORROSION)}$$

t = 3.26" placa de 3 1/4" PARA EL CASO QUE SUPERIOR

$$t = \frac{(237 + \frac{24 \times 1}{0.3398} \times \frac{2.31}{2.561}) \left( \frac{1.44}{0.3398} \right)}{2 \times 17500 - 0.2 \times 237} = \frac{(237 + \frac{24 \times 2.31}{0.7196 \times 2.561})}{2 \times 17500 - 0.2 \times 237}$$

$$t = 7.195" + 1/16" = 7.5" \rightarrow 7 1/2" \text{ PARA EL CASO QUE INFERIOR}$$

ESPESOR PASADO = 5.36"

c) CALCULO DE BOMBAS DE CARGA ESPECIAL:

$P_{FINAL} = 10 \text{ kg/m}^2 A = 142.23 \text{ PA} \quad 565.5 \text{ FT}$   
 $DP \text{ COLUMNA} = 0.1 \text{ m} = 26.25 \text{ FT}$   
 $DP \text{ FALCÓN} = 0.1 \text{ m} = 2.62 \text{ FT}$   
 $DP \text{ TAMBOR} = 1.0 \text{ m} = 39.86 \text{ FT}$   
 $\therefore P_{BOSE} = 634.24 \text{ FT}$



UNIDAD

LOMBARDA YABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ALMA  
CENAMIENTOS DE ANODIOS AL II

PLANTA

ALIM. DE ANODIOS

PROYECTO NO.

PAH-1983-001

AREA

HOJA

DE

2

3

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

MARZO, 1983

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$P_{\text{CELESA}} = 312 \text{ PSIG} + 4.7 = 296.7 \text{ PSIG} = 941 \text{ FT}$$

$$DP_{\text{columna}} = 6.56 \text{ FT}$$

$$DP_{\text{FRICCION}} = 0.1 \text{ DP}_{\text{CAL}} = -0.66 \text{ FT}$$

$$P_{\text{SUCCION}} = 946.9 \text{ FT}$$

$$Q = 2000 \times \frac{1}{581} \times 1.4 = 53.016 \text{ GPM}$$

$$TDH = P_{\text{CELESA}} - P_{\text{CAL}} = 634.24 - 946.9 = -312.66 \text{ FT}$$

NO SE REQUIERE BOMBA POR RECARGA DE LA  
CELESA.

#### d) ENERGIAMIENTO DE LA DESCARGA (UR-103)

SE REQUERIRIA UN SISTEMA DE REFRIGERACION ADICIONAL  
PARA ENFRIAR LA DESCARGA DE LAS BOMBAS A LA TEMPERA  
TURA REQUERIDA EN LIB, PUES CON AGUA DE  
ENERGIAMIENTO NO ES POSIBLE ESTO

$$Q = 40 \text{ GPM} \times 1.2 = 7.000 \text{ KWH} \times 1.2 \frac{\text{KCAL}}{\text{KG} \cdot \text{C}} (41.0 - 1.5)$$

$$Q = 523400 \frac{\text{KCAL}}{\text{HR}} \text{ O } 642 \text{ TONS. REF.}$$

#### e) CALCULO BOMBAS DE CARGA DE LA CELESA: (BA-102 A 10)

$$Q = 40000 \text{ L/H} \times \frac{1}{31} \times 1.4 = 302.9 \text{ GPM}$$

$$P_{\text{CARGA}} \text{ TONS. RE} = 15.85 \text{ KWH/HR} = 225.4 \text{ PSIG} = 98.5 \text{ AT}$$

$$DP_{\text{columna}} = 2 \text{ M} = 6.56 \text{ FT}$$

$$DP_{\text{FRICCION}} = 0.1 \text{ DP}_{\text{CAL}} = -0.66 \text{ FT}$$

$$P_{\text{SUCCION}} = 954.35 \text{ FT}$$

<b>fi</b>	UNIDAD	PLANTA	DEPTO.
	LOMBARDA, TABASCO	ALM DE AMONIACO	PROCESO
	DESCRIPCION	PROYECTO NO.	CALCULO
		PAA-1900-00	JMR
		AREA	APROBO
		HOJA	FECHA
		3 DE 3	MARZO, 1902
BALANCE EN SISTEMA DE ALMA- CENAMIENTO DE AMONIACO ALT. II			

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$P_{\text{TERMINAL}} = 898.5 \text{ FE}$$

$$\Delta P_{\text{columna}} = 2.6 \text{ m} = 85.3 \text{ FE}$$

$$\Delta P_{\text{FRIC}} = 0.1 \text{ MPa} = 8.5 \text{ FE}$$

$$P_{\text{BASE}} = 992.33 \text{ FE}$$

$$TDM = 992.33 - 904.38 = 87.95 \text{ FE} \approx 90 \text{ FE}$$

$$BHP = \frac{53.15 \times 1.2 \times 90 \times 0.15795}{3960 \times 0.3} = 2.8$$

$$POT = 5 \text{ HP}$$

F) COMPRESORES (BC-104)

NO ES REQUERIDO COMPRESOR YA QUE LAS CONDICIONES DEL CARRO TANQUE SON SIMILARES A LAS DE LA ESCERA. AL DESCARGARSE CON BOMBA, LLEGA A LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO EN EQUILIBRIO. PERO PARA EVITAR PRESIONES DIFERENCIALES INVERSAS, SE COLOCARÁ UN COMPRESOR DE 4 TONS. DE REF. DE ACUERDO CON LO INDICADO EN PROPIEDADES DE AMONIACO (SECCION C.3, CAPIT. III, PARRAFO C.3.7.5)

$$1 \text{ TON REF} = 12000 \frac{\text{BTU}}{\text{HR}} = 232 \frac{\text{BTU}}{\text{min}}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 1 \frac{\text{BTU}}{\text{HR}} = 0.29307 \text{ WATTS} \\ 1 \frac{\text{BTU}}{\text{min}} = 0.02357 \text{ HP} \end{array} \right.$$

ASI:

$$POT = 4 \times 232 \times 0.02357 = 16.86 \text{ BHP}$$

COMPRESOR DE 20 HP A EMPLEARSE  
CONSUMO = 14 KWATTS

CON RECIPIENTE EXPANSOR INTEGRAL.

**D.- CALCULOS ALTERNATIVA III**





UNIDAD  
**COMARCA, TABASCO**  
 DESCRIPCIÓN  
**NOMENCLATURA CALVALLOS ALTA-NATIVA III**

PLANTA  
**ALM. DE ANONIAO**  
 PROYECTO NO.  
**PAA-1990-001**  
 AREA  
 —  
 HOJA  
**2** DE  
**2**

DEPTO  
**ORIZABA**  
 CALCULO  
**JMR**  
 APROBO  
 —  
 FECHA  
**JUN 12 82**

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$\rho_{L1}$   
 $\rho_{L2}$   
 $\rho_{L3}$   
 $\rho_{L4}$

CARGO TANQUE (COMPRESOR), DE AGUA (CA); DE VA-  
 POR DE DISEÑO (CA, DIS); DE LIQUIDOS DEL ECONOMIZADOR  
 DE DISEÑO (FLUIDS); DE VAPOR DEL ECONOMIZADOR DE  
 DISEÑO (FLUIDS)

= VISCOSIDAD

$\rho_{V1}$   
 $\rho_{V2}$   
 $\rho_{V3}$   
 $\rho_{V4}$

= DENSIDAD DE VAPOR (V); DE LIQUIDOS (L); DE LA  
 MEZCLA (CA); DE VAPOR EN SUCCION (V, S); DE VAPOR  
 EN DESCARGA (V, D)



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ANCHURAS, ALT. III

PLANTA

ALTA DE MANUAL

DEPTO.

PROCESO

PROYECTO NO.

100-1989-001

CALCULO

JMR

AREA

APROBO

HOJA

1

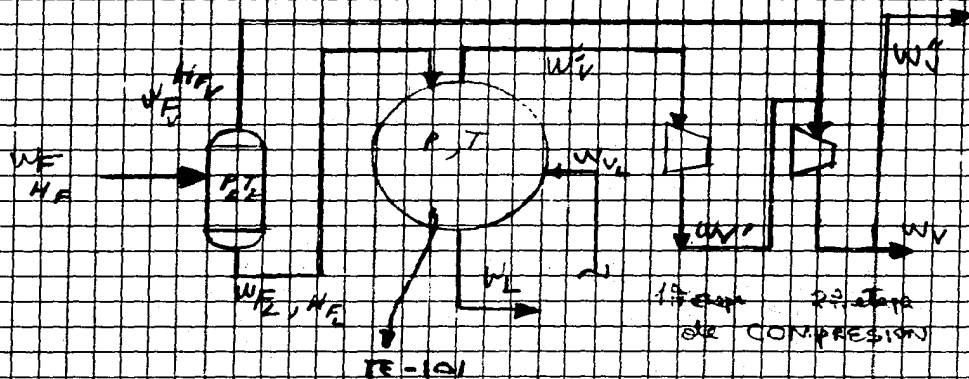
DE

12

FECHA

MARZO, 1989

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA



DE ACUERDO CON LOS CALCULOS DE LA ALTERNATIVA I LA RELACION DE COMPRESION DEBE SER LA INDICADA Y ASI LAS PRESIONES DE DESTINADO Y SUCCION SERAN LAS MENCIONADAS EN LA ALTERNATIVA I (PRINCIPAL) DE ESTA FORMA:

a) DATOS

$$W_E = 40.000 \text{ kcal/kg}$$

$$H_E = 145.50 \text{ kcal/kg}$$

$$P_E = 9.60 \text{ kg/cm}^2 \text{ A}$$

$$T_E = 296.650 \text{ K} = 24.5^\circ \text{C}$$

$$H_{FL} = 126.37 \text{ kcal/kg}$$

$$H_{FV} = 406.51 \text{ kcal/kg}$$



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ALMA  
CENTRIFICACION DE AMONIACO ALT. III

PLANTA

ALMA DE AMONIACO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

HOJA

2

DE

12

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

MARZO, 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

b) EMPERDACION EN TANQUE ECONOMIZADORA (JMR-1982)

$$W_{EFF} = H_{F_1} W_{F_1} + H_{F_2} W_{F_2} \quad \text{RESERVIAS PERDIDAS}$$

$$W_F = W_{F_1} + W_{F_2}$$

$$W_{FV} = W_F - W_{F_1} = 40000 - W_{F_1}$$

$$40000 \times 145.52 = 126.37 W_{F_1} + 406.51 W_{FV}$$

$$5808000 = 126.37 W_{F_1} + 406.51 \times 40000 - (406.51) W_F$$

$$W_F = \frac{5808000 - 16260400}{126.37 - 406.51} = \frac{10472400}{280.14} = 37311.34 \text{ Kg/MR}$$

$$\therefore W_{FV} = 268.66 \text{ Kg/MR}$$

LO CUAL SIGNIFICA LA APLICACION DE LA ALTERNATIVA

TIPO I DESE DE OPERACION

c) BALANCE EN LA SUPERFICIE (TE-1982)

c.1)  $H_V = 401.21 \text{ Kg/MR}$

$T_2 = 421.6 \text{ K}$

$H_{V1} = 168.9 \text{ Kg/MR}$

c.2)  $P_V = 3.829 \times \frac{401.21}{273} = 5.6181 \text{ Kg/m}^3$

$P_{V1} = 5.6181 \text{ Kg/m}^3$

c.3)  $W_{V1} = 573.61 \text{ Kg/MR}$

c.4)

$T_1 = 421.672.5 \text{ Kg/MR}$

$T_1 = 37311.34 \times (126.37 - 101.655) = 959088 \text{ Kg/MR}$

$Q_L = 0$

$W_{V2} = 173.2 \text{ Kg/MR}$





UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE AMANIBO ALT. III

PLANTA

ALM. DE AMB

DEPTO.

PROCESO

PROYECTO NO.

PAA-1982-001

CALCULO

JMR

AREA

APROBO

HOJA

3

DE

12

FECHA

MAR 20, 92

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$I_v = (37311.34 - 7000) \times 63.65 = 47.62 \text{ m}^3/\text{HR}$$

$$V_0 = 47.62 \times 4189 = 199.99 \text{ Kg/HR}$$

$$Q_R = 199.99 (901.91 - 101.655) = 59897.87 \text{ kcal/HR}$$

$$Q_U = W_U \times 300.26$$

$$Q_{VL} = W_{VL} \times 49.18$$

$$W_{VL} = W_U + W_{V'} - W_{V''} = W_U - 598.62 + 2688.66 = W_U + 2095.04$$

$$44892.5 + 954068 + 59897.87 + (W_U + 2095.04) 49.18 = 300.26 W_U$$

$$W_U = \frac{1186912.49}{251.98}$$

$$W_U = 4697.57 \text{ Kg/HR}$$

$$W_{VL} = 6742.61 \text{ Kg/HR}$$

C.5) CALOR EN CONDENSADOR

$$Q_{COND} = 6742.61 \times (168.85 - 150.85)$$

$$Q_{COND} = 2145498.50 \text{ kcal/HR}$$

ASI EL FLUJO DE AGUA SERA:

$$W_{AA} = \frac{2145498.50}{99.34} = 214549 \text{ Kg/HR}$$
$$= 214.6 \text{ m}^3/\text{HR}$$

POR LO QUE LOS CAMBIADORES CONSIDERADOS PARA ALTERNATIVA I SERVIRAN PARA ESTA ALTERNATIVA ASI COMO LAS RECIBIENTOS SE PARADORES DE ACEITE.

UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO. ALT. III

PLANTA

 ALM. DE NH<sub>3</sub>

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

HOJA

4

DE

12

DEPTO.

PROCESS

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

MARZO 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

d) CALCULO DE COMPRESORES: (R202/103/204)

$$W_{V1} = 4647.57 \text{ kg/hr} \quad 1^{\text{ra}} \text{ etapa}$$

$$W_{V2} = 6742.61 \text{ kg/hr} \quad 2^{\text{da}} \text{ etapa}$$

POR CRITERIO DE DISEÑO (DOS COMPRESORES)

$$W_{V1}^{dise} = 4647.57 \times \frac{1}{2} \times 1.1 = 2556.2 \text{ kg/hr} \quad 1^{\text{ra}} \text{ etapa c/a}$$

$$W_{V2}^{dise} = 6742.61 \times \frac{1}{2} \times 1.1 = 3708.4 \text{ kg/hr} \quad 2^{\text{da}} \text{ etapa c/a}$$

LA TEMPERATURA DE DESCARGA DE LA PRIMERA ETAPA ES: 372°K y  $P = 5.35 \text{ kg/cm}^2$  (DE ALTERNATIVA I)

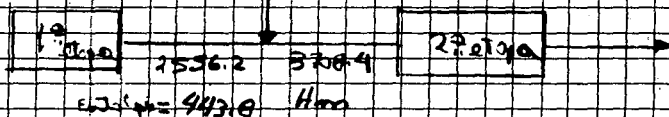
$$H_{1-2}^{dise} = 406.51 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}}$$

$$H_{1-2}^{desc} = 406.51 + 0.495(372 - 296.65)$$

$$H_{1-2}^{desc} = 443.8 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}}$$

$$H_{2-3}^{dise} = 406.51$$

$$\uparrow 1152.2$$



$$3708.4 H_{1-2} = 2556.2 \times 443.8 + 1152.2 \times 406.51$$

$$H_{1-2} = 432.2 \text{ Kcal/kg}$$

$$432.2 = 406.51 + 0.495(T_m - 296.65)$$

$$T_m = 348.5^\circ\text{K} \quad \text{TEMPERATURA DE SUCCION}$$

2<sup>a</sup> ETAPA

$$\therefore P_m = 3.639 \times \frac{432.2}{348.5} = 4.5 \text{ kg/cm}^2$$



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ALMACENO  
MIENTO DE ANONIAO ALT. III

PLANTA

ALM. DE NH<sub>3</sub>

PROYECTO NO.

DAA-1900-001

AREA

—

DEPTO.

PACLESO

CALCULO

JMR

APROBO

—

HOJA

5

DE

12

FECHA

MARZO, 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

DE ESTA FORMA

$$V_{suel} = \frac{2556.2}{3.639} = 702.95 \text{ m}^3/\text{HR} \quad 1^{\text{a}} \text{ ETAPA}$$

$$= 414.95 \text{ ICFM}$$

$$V_{suel} = \frac{3708.4}{4.5} = 824.08 \text{ m}^3/\text{HR} \quad 2^{\text{a}} \text{ ETAPA}$$

$$= 486.2 \text{ ICFM}$$

POR LO TANTO DE LA REFERENCIA CITADA SE SELECCIONA UN COMPRESOR ADECUANTE:

	<u>1<sup>a</sup> ETAPA</u>	<u>2<sup>a</sup> ETAPA</u>
CAPACIDAD	2556.2 m <sup>3</sup> /HR	3708.4 m <sup>3</sup> /HR
VAPOR	AMONIAO	AMONIAO
PESO MOLECULAR	17.01	17.01
PRESION DE SUCCION	4.63 kg/cm <sup>2</sup> A	9.60 kg/cm <sup>2</sup> A
TEMPERATURA DE SUCCION	313.16 °K	348.5 °K
PRESION DE DESCARGA	9.60 kg/cm <sup>2</sup> A	19.71 kg/cm <sup>2</sup> A
PERDIDA DE PRESION EN DAMPER DE PULSACION	—	0.2 kg/cm <sup>2</sup>
PRESION DE DESCARGA TOTAL	9.8 kg/cm <sup>2</sup> A	19.91 kg/cm <sup>2</sup> A
RELACION DE VOL. PRESION APROXIMADA	2.07	2.07
PRESION DE DESCARGA APROXIMADA (kg/cm <sup>2</sup> A)	9.60	19.87
CAIDA DE PRESION ENTRE ETAPAS @ 110 <sup>3</sup> / kg/cm <sup>2</sup>	0.49	—
CAIDA DE PRESION EN DAMPER (kg/cm <sup>2</sup> )	—	0.2



UNIDAD <b>LOMBARDA, TABASCO</b>	PLANTA <b>ALM. DENH3</b>	DEPTO. <b>PROCESO</b>
DESCRIPCION <b>BALANCE EN SISTEMA DE ALMA- CENAMIENTOS DE ANONILLO ALT. III</b>	PROYECTO NO. <b>PAA-1989-001</b>	CALCULO <b>JMA</b>
	AREA	APROBO
	HOJA <b>6</b> DE <b>12</b>	FECHA <b>MARZO, 1989</b>

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

	<u>1ª ETAPA</u>	<u>2ª ETAPA</u>
PRESION DE SUCCION, $\text{kg/cm}^2$	4.63	9.60
TEMPERATURA DE SUCCION, $^{\circ}\text{K}$	313.16	348.5 $^{\circ}\text{K}$
FACTOR DE COMPRESIBILIDAD SUCCION	0.97	0.97
PRESION DE DESCARGA $\text{kg/cm}^2$	10.09	19.91
TEMPERATURA DE DESCARGA $T_D - T_S R_c \frac{P-1}{P}$ , $^{\circ}\text{K}$	372	414.72
RELACION REAL DE COMPRESION	2.18	2.27
DENSIDAD A LAS CONDICIONES DE ENTRADA $\text{kg/m}^3$	3.639	4.50
FLUJO VOLUMETRICO A LA TEMPERATURA DE SUCCION y 1.01 $\text{kg/cm}^2$ $\text{m}^3/\text{AR}$ (MMSCFD)	3217.22 (273)	7828.8 (6.63)
DE LA GRAFICA BHP/MMSCFD	40.2	43.8
CORRECCION POR GRAVEDAD ESPECIFICA 1.7	1.11	1.12
FACTOR DE COMPRESIBILIDAD PROMEDIO	0.97	0.97
BHP/ETAPA	135.8	290.4
BHP TOTAL	426.20	

ESTE COMPRESOR REQUERIRA ADEMÁS SNUBBERS  
DE SUCCION Y DESCARGA PARA LA 2ª ETAPA



UNIDAD

LOMBARDA ITABASI

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO ALTERNATIVA III

PLANTA

ALM. DE NH<sub>3</sub>

DEPTO.

PROCESO

PROYECTO NO

PAA-1982-001

CALCULO

JMR

AREA

APROBO

HOJA

DE

FECHA

MAR 20, 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

DEBIDO A LA VARIACION DE FLUJO, DE LO CONTINUO HABRA PULSACIONES EN LAS LINEAS CON RIESGOS MAS DE POSIBLES FRACTURAS EN SOLDADURAS Y TUBERIA ESTAS DEBERAN TENER EL SELLO ASME ESTAMPADO DEBIDO A LAS VARIACIONES DE PRESION EN EL MISMO Y UN TIEMPO DE RESIDENCIA DE CUANDO MENOS 10 SOC (PARTO POR EL PROYECTOR) POR COMPRESOR

E) CALCULO DE SNUBBER:

$$\text{VOL SNUBBER DE SUCCION} = 435.39 \text{ ICFM} \times 0.17 \text{ mm} = \\ (\text{TA-105/106/1207}) = 74.02 \text{ FE}^3$$

$$\frac{L}{D} = 2.5 \quad \text{Y} \quad V = \frac{\pi}{4} D^3 L$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \times 74.02}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{4 \times 74.02 \times 2.5}{\pi}}$$

$$D = \sqrt[3]{235.61} = 6.176 \text{ FT} \approx 6.2 \text{ FT}$$

$$L = 2.5 (6.2) = 15.5 \text{ FT}$$

$$\text{VOL SNUBBER DE DESCARGA} = 435.39 \times \frac{9.6}{19.91} \times 0.17 = \\ (\text{TA-217/218/219}) = 35.69 \text{ FE}^3$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \times 35.69 \times 2.5}{\pi}} = \sqrt[3]{113.6}$$

$$D = 4.84 \text{ IN} \approx 5 \text{ FT}$$

$$L = 2.5 \times 5 = 12.5 \text{ FT}$$

\* SNUBBER = NOMBRE COMUN DE UN RECIPIENTE AMORTIGUADOR



UNIDAD

LOMBARDA, TAGAS CO

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ALMACENA  
MIENTO DE AMONIACO ALTERNATIVO III

PLANTA

ALM DE NH3

DEPTO. \*

PROCESO

PROYECTO NO.

PMA-1980-001

CALCULO

JMR

AREA

APROBO

HOJA

DE

FECHA

8

12

MARZO 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

CALCULO DEL ESPESOR (WEAR):

SALUBERA DE SUCCION: (TH-206/206/207)

$$L = 74.40 \text{ m}$$

$$P_{op} = 9.60 \text{ Kg/cm}^2 A = 136.54 \text{ psia} - 14.7 = 121.84 \text{ psig}$$

$$P_{ois} = 146.84 \text{ psig}$$

$$R = 6.2 \text{ FT} / 2 = 3.1 \text{ FT} = 37.20 \text{ in}$$

$$S = 13800 \text{ psig} \quad A-285-C$$

$$E = 1 \quad (\text{TOTALMENTE RADIOGRAFADO})$$

$$C = 1/16" = 0.0625 \text{ in}$$

$$t = \frac{146.84 * 37.20}{13800 * 1 - 0.6 * 146.84} = \frac{5462.5}{13711.9} = 0.40 \text{ in}$$

$$t_{total} = 0.40 + 0.0625 = 0.46 \text{ in}$$

SE USARA PLACA DE 1/2"

SALUBERA DE DESCARGA: (TH-212/218/219)

$$P_{op} = 19.91 \text{ Kg/cm}^2 A = 283.18 \text{ psia} - 14.7 = 268.48 \text{ psig}$$

$$P_{ois} = 293.48 \text{ psig}$$

$$R = 5 \text{ FT} / 2 = 2.5 \text{ FT} = 30 \text{ in}$$

$$L = 60 \text{ in}$$

$$t = \frac{293.48 * 30}{13800 * 1 - 0.6 * 293.48} = \frac{8804.4}{13621.91} = 0.65$$

$$t_{total} = 0.65 + 0.0625 = 0.7125 \text{ in}$$

SE USARA PLACA DE 3/4"



UNIDAD

LONBARRA TAPAS

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ALIADO  
MUNICIPIO DE BUCARAMANGA ALT. III

PLANTA

ALM DE ANONIA

PROYECTO NO.

PEP-1982-021

AREA

HOJA

DE

9 12

DEPTO.

PROCC. CO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

MARZO, 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

BALANCE EN SISTEMA DE ALIADO

SUMBERA DE CULONES:

$$E = \frac{P.D.}{2(1.5 + 0.1P)} + C_A = \frac{146.89 \times 79.9}{2(13800 + 10.1 \times 146.89)} + 0.0625 = 0.46''$$

TAPAS SEMIELIPTICAS

$$E = \frac{0.855A}{58 - 0.1P} + C_A = \frac{0.855 \times 146.89 \times 79.9}{13800 + 0.1 \times 146.89} + 0.0625 = 0.76''$$

TAPAS RECTANGULARES

SE SELECCIONARON SEMIELIPTICAS DE 1/8" DE ESPESOR COMERCIAL

SUMBERA DE CULONES:

$$E = \frac{293.48 \times 80}{2(13800 + 10.1 \times 293.48)} + 0.0625 = 0.649''$$

TAPAS SEMIELIPTICAS

$$E = \frac{0.855 \times 293.48 \times 80}{13800 \times 1 + 0.1 \times 293.48} + 0.0625 = 1.19''$$

TAPAS RECTANGULARES

SE USARON TAPAS SEMIELIPTICAS DE 3/8" DE ESPESOR COMERCIAL

LAS BOMBAS RECOMENDADAS PARA ESTE SISTEMA SON IDENTICAS A LAS MOSTRADAS EN LA ALTERNATIVA I



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ALMA-  
CENAMIENTO DE AMONIAO ALT III

PLANTA

ALM. DE AMONIAO

PROYECTO NO.

PAA-1989-001

AREA

HOJA

10

DE

12

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

MARZO 1989

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

F) CALCULO ECONOMIZADORA (SEPARADOR GAS-LIQUIDO)  
(T.H.-205)

DEBIDO A QUE EL FLUJO DE ALIMENTACION ES MUY GRANDE SE EMPLEARAN DOS ECONOMIZADORES:

E.1) ESPACIO VACIO:  $V_e = 0.145 \sqrt{\frac{\rho_L - \rho_V}{\rho_V}}$

$CIRCU = 0.0119 \frac{Q_V (\rho_L - \rho_V)}{M^2} \text{ MOCOSI}$  }  $C = 1.9 \text{ (EN RAN-521 o 48)}$

$K = 0.0119$  }  $= 7086$

$\rho_L = 603.05 \text{ kg/m}^3$

$\rho_V = 7.45 \text{ kg/m}^3$  }  $\therefore V_e = 0.145 \sqrt{\frac{603.05 - 7.45}{7.45(1.9)}}$

$$W_{FL} = 37311.34 \text{ kg/hr}$$

$$V_e = 0.942 \text{ ft/sec}$$

$$W_{FV} = 2688.66 \text{ kg/hr}$$

$$= 0.287 \text{ m/sec}$$

$$W_{FL}^{AS} = 18655.67 \text{ kg/hr} = 30.8 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$W_{FV}^{AS} = 1344.33 \text{ kg/hr} = 180.45 \text{ m}^3/\text{hr}$$

DANDOLE 10 mm de tiempo de RESIDENCIA AL LIQUIDO TENEMOS:

$$V = 30.8 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}} \times \frac{10 \text{ hr}}{60} = 5.2 \text{ m}^3$$

SUPONIENDO UN DIAMETRO DE 60" (1.524 m)

TENEMOS:

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi (1.524)^2}{4} = 1.82 \text{ m}^2$$

ALGUNAS DE ALGUNAS:

$$h = \frac{5.2 \text{ m}^3}{1.82 \text{ m}^2} = 2.84 \text{ m}$$





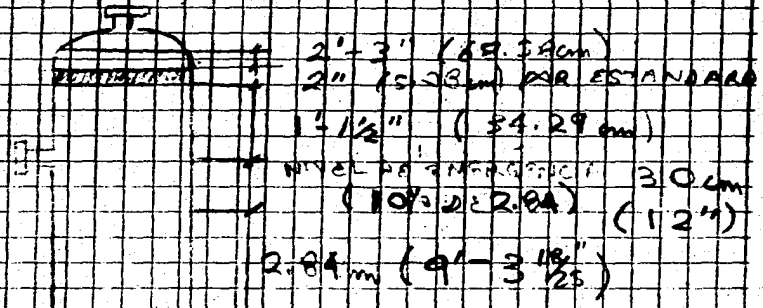
UNIDAD	PLANTA	DEPTO.
DESCRIPCION	ALM. DE AMONIAO	PROCESO
	PROYECTO NO.	CALCULO
	PAA-1160-001	JMA
	AREA	APROBO
BALANCE EN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE AMONIAO ALT. III	HOJA	FECHA
	11	DE 12
		MARZO, 1962

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

PARA UN DIAMETRO DE 60"  $\Rightarrow A = 1.82 m^2$   
 NOS DA UNA VELOCIDAD DE VAPOR DE:

$$C_v = \frac{30.8 \frac{m^3}{hr}}{1.82 m^2 * 3600 \frac{seg}{hr}} = 0.004 \text{ m/seg}$$

QUE ES MENOR A LA LIMITADA POR EL ESPALSO VELOCIDAD POR LO TANTO ES ADECUADO EL DIAMETRO Y SE USARA LA SEPARACION DE PARTICULAS DE 150  $\mu$  MAXIMAS Y POSIBLEMENTE MENORES



COMPROBACION:

$$\text{TIEMPO DE ALGADO DE UN QUILBO} = \frac{(54.29 + 30) \text{ cm}}{0.8098 * 0.942} = 2.24 \text{ seg}$$

TOTAL: 4.22 m  $\approx$  4.5 m

$$h = 2.24 * 0.004 \text{ m/seg} = 0.009 \text{ m} \quad D = 60" \quad (1.5 \text{ m})$$

$$h_{min} = 0.009 \text{ m} = 0.85 \text{ mm de ALTURA, SE REQUIEREN PARA LA SEPARACION}$$

b) ESPESOR DEL CUERPO:

$$t = \frac{PR}{SE - 0.6P} + C_1$$

$$D = 60 \text{ cm} \Rightarrow R = 30 \text{ cm}$$

$$C_1 = \frac{1}{16} \text{ in} = 0.159 \text{ cm}$$

$$P = 9.6 \text{ kg/cm}^2 A + 1.76 = 1.03 = 10.33 \text{ kg/cm}^2 M = 147 \text{ PSI G}$$

$$S = 17500 \text{ PSI G} \quad A = 515 \text{ AVD-RD}$$

$$E = 1 \quad (\text{TOTALMENTE}) = 1 \text{ (TOTALMENTE)}$$



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ACUMEN-  
TAMIENTO DE AMONIAO ALT. III

PLANTA

ALM. DE AMONIAO

PROYECTO NO.

DAA-1980-001

AREA

DEPTO. PROCESO

CALCULO

APROBO

JMR

HOJA

12

DE

12

FECHA

MARZO, 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$C = \frac{147 * 30}{17500 - 0.6(147)} + 0.0625 =$$

$$T = 0.25 \text{ in} \quad \text{SE USARA PLACA COMERCIAL DE } 5/16''$$

### C) COFESOR DE LAS TAPAS:

ESPECSA MINIMO:

$$T = \frac{P D}{2(S E + 0.1 P)} + C = \frac{147 * 60}{2(17500 + 0.1 * 147)} + 0.0625 = 0.319 \text{ in}$$

SEMIELIPTICA

$$T = \frac{0.885 P L}{S E - 0.1 P} + C = \frac{0.885 * 147 * 60}{17500 - 0.1 * 147} + 0.0625 = 0.509 \text{ in}$$

TORISFERICA

SE USARAN TAPAS SEMIELIPTICAS DE  $3/8''$  PLACA  
MINIMO 0.375 in (0.95 cm) COMERCIAL

**E.- CALCULOS ALTERNATIVA IV**



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

NOMENCLATURA DE  
ALTERNATIVA IV

PLANTA

PLM. DE AMANIAS

DEPTO.

PROCESS

PROYECTO NO.

PAA-1982-001

CALCULO

JMR

AREA

APROBO

HOJA

DE

FECHA

1

2

JULIO, 82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

Qs = ABSORPTIVIDAD

$A_{eff}, A_{ext}, A_{exts}$  = AREA EFECTIVA DE AISLAMIENTO (EE); AREA LOGARITMICA MEDIA (EM);  
 $A_{ext}, A_{e}, A_{exts}$  = AREA EXTERIOR (EXT); AREA SEPARADORA (K); AREA CAMBIADORA (C);  
 $A_{exts}, A_{ext}$  = AREA CONDENSADORA (COND); ACCUMULACION (EUM); AREA PARA RADIAACION (R)

$C_s, C_g, C_A, C_p$  = COEFICIENTE DE ABASTECIMIENTO; COEFICIENTE DE RADIAACION SOLAR (S);  
 $C_p, C_v$  = CARBONATION PERMISIBLE (A); CARGA CALORIFICA A PRESION  
 CONSTANTE (A); VOLUMEN A PRESION CONSTANTE (V)

$D_s, D_k, D_{diam}$  = DIAMETROS; DIAMETRO SEPARADOR (K); DIAMETRO DEL  
 IMPULSOR (IMP)

$E_s, E$  = EMISION (E) Y EFICIENCIA DE SOLDADURA

$g$  = ACCELERACION DE LA GRAVEDAD

$h_s, h_{ext}, h_{exts}$  = ALTURA DEL PARTICIPANTE; ALTURA DE TRANSFERENCIA DE  
 $h_{ext}, h_{exts}$  = CALOR PARA EL AUMENTO (MKS); PARA EL AUMENTO (MKS)  
 DE CONVECCION (C); Y ALTURA DE LA ALIMENTACION (F);  
 $h_{ext}, h_{exts}$  = DE RESERVA (R); DE SERVIDA (S); POTENCIA AL  
 $h_{ext}, h_{exts}$  = FRECUENCIA (F); POR FALTA EN LOS RADIAACIONES  
 (RADIACION); POR FALTA EN LOS SECCIONES (RADIACION); CAR-  
 $h_{ext}, h_{exts}$  = GA POLIESTER (POLY); ALTURA DE RESERVANTE SEPARA-  
 $h_{ext}, h_{exts}$  = DOR (E); ALTURA MINIMA PARA SEPARACION (MIN);  
 $h_{ext}, h_{exts}$  = ENTALPIA DE ENTALPIA (E); ENTALPIA DEL VAPOR (V)

$IV, IV$  = INCREMENTO DE VOLUMEN (V); INCREMENTO DE VOLUMEN (V)

$K, K_{air}, K_{ext}, K_{exts}$  = RELACION DE CAPACIDADES CALORIFICAS; CONDUCTIVIDAD DEL  
 $K, K_{air}, K_{ext}, K_{exts}$  = AISLAMIENTO (MKS); DEL AIRE (AIR); DEL ACERO (STEEL)

$LMTD, L$  = DIFERENCIA MEDIA LOGARITMICA DE TEMPERATURA  
 (LMTD); LONGITUD DEL TUBO

$M_w, m_{vap}$  = PESO MOLECULAR (W); MASA DE VAPOR (VAP); MASA  
 $M_w, m_{vap}$  = DE CONDENSADO (C)

$N_{ex}$  = NUMERO DE ETAPAS (EX)

$P_s, P_e, P_g, P_R, P_D$  = PRESION; PRESION CRITICA (C) Y DE SUCCION (S); RE-  
 $P_s, P_e, P_g, P_R, P_D$  = QUENCIA DE REDESCARGA (D)

$q_s, q_c, q_g, q_k, q_e, q_{ext}, q_{exts}$  = CALOR; SOLAR (S); DE CONVECCION (C) Y DE  
 $q_s, q_c, q_g, q_k, q_e, q_{ext}, q_{exts}$  = CONDUCCION (C); DE RADIAACION (R); DE LA ALIMENTA-  
 $q_s, q_c, q_g, q_k, q_e, q_{ext}, q_{exts}$  = CION AL PARTICIPANTE (F); POR DESPLAZAMIENTO DE VAPOR  
 (VAPOR); DE EXHAUSTO AEREA (VA) Y DE LIQUIDOS (L);  
 $q_s, q_c, q_g, q_k, q_e, q_{ext}, q_{exts}$  = DE VAPOR (V); DE CALENTADOR DE AMANIAS (CA) Y DE  
 $q_s, q_c, q_g, q_k, q_e, q_{ext}, q_{exts}$  = ENTALPIA INTERFERENTE (I) Y DE CONDENSADORA (COND); DE COM-  
 $q_s, q_c, q_g, q_k, q_e, q_{ext}, q_{exts}$  = PUESTA (COMP)



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

NOMENCLATURA DE ALTER-  
NATIVA IV

PLANTA

ALM. DE AMONIA CO

PROYECTO NO.

DHA-1983-001

AREA

—

HOJA

2 DE 2

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

JULIO, 82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

- $R_s, R_i, R_{cs}$  = CONSTANTE DE LOS GASES; FACTOR DE INSUFICIENCIA  
 $R_{cs}$  = RELACION DE COMPRESION (CR); RADIO DEL RECIPIENTE (R);  
 $R_{cs}$  = NUMERO DE REYNOLDS (R);  
 $S$  = ESFUERZO PERMISIBLE DEL MATERIAL  
 $T_s, T_{int}, T_{ext}$  = TEMPERATURA DE SUCCION (S); TEMPERATURA INTERIOR (I);  
 $T_c, T_R, T_o, T_c$  = TEMPERATURA DEL AIRE (AIR); TEMPERATURA CRITICA (C);  
 $T_c$  = REDUCIDA (R); DE DESCARGA (D); ESPESOR DE PLACA  
 $U_A, U_o, U_c$  = COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA; DE CONDUCCION (K);  
 $U$  = SUCCO (D); LAMPIS (E); VELOCIDAD DEL IMPULSOR  
 $V_{amb}, V_{tanque}, V_T$  = VOLUMEN DE AMONIA CO (NH<sub>3</sub>) DEL RECIPIENTE (TANQUE),  
 $V_o$  = TOTAL (T); DE DESCARGA DE VAPOR (PRIMA, D); DE  
 $V_o$  = SUCCION (SUF); DE DESCARGA (D); ESPESOR DE  
 $V_o$  = KOCIDAD (R); VELOCIDAD DEL GAS (GAS); VOLUMEN  
 $V_o$  = ESPECIFICO (V) TESTADA)  
 $W_s, W_A, W_V$  = FLUJO; FLUJO DE ALIMENTACION (E); DE VAPOR (V);  
 $W_s, W_A, W_V$  = DE VAPOR A CARA TANQUE (PRIMA, V); DE LIQUIDO  
 $W_s, W_A$  = RETORNADO A RECIPIENTE (VI); DE LIQUIDOS (L);  
 $W_s, W_A$  = DE SUCCION (S); RESERVA (R)  
 $\gamma$  = COEFICIENTE POLITROPICO  
 $Z_s, Z_o, Z$  = FACTOR DE COMPRESIBILIDAD; A LA SUCCION (S); A  
 $Z$  = LA DESCARGA (D); PROMEDIO (TESTADA)  
 $\lambda$  = CALOR DE CONDENSACION; CALOR LATENTE DE COND-  
 $\lambda$  = ENSACION DE VAPOR A 25°C (VAP, 25°C)  
 $M, M_A$  = COEFICIENTE DE CARGA; UTILIDAD DEL VAPOR (G)  
 $\eta_{poli}$  = EFICIENCIA POLITROPICA (POLI)  
 $\rho_L, \rho_V, \rho_A$  = DENSIDAD; DE LIQUIDO (L); DE VAPOR RETORNA-  
 $\rho_{VAP}$  = DO A CARA TANQUE (WV, PRIMA); DE ALIMENTACION (E);  
 $\rho_{VAP}$  = DE VAPOR (VAP)  
 $\theta$  = TIEMPO DE SERBACION DE LIQUIDO DEL VAPOR



UNIDAD Lombardia Tabacón	PLANTA Almac. NH <sub>3</sub>	DEPTO. Proceso
	PROYECTO NO. PAA-1970-001	CALCULO A & R
DESCRIPCION Cálculo de la Alternativa IV	AREA	APROBO
	HOJA 1 DE 20	FECHA 26/11/91

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

### I - GENERAL

Condición: a presión constante

$$P = 756.56 \text{ mm Hg}$$

$$\text{Temperatura Ambiente} = 40^\circ \text{C}$$

Cálculo del volumen del tanque

$$\text{Capacidad} = 3500000 \text{ Kg NH}_3$$

$$\text{Densidad a P} = 1.0357 \text{ Kg / cm}^3$$

$$\rho = 682 \text{ Kg / m}^3$$

$$V_{\text{NH}_3} = \frac{3500000 \text{ Kg}}{682 \text{ Kg/m}^3} = 5131.96 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{tanque}} = \frac{5131.96}{0.85} = 6037.60 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{tanque}} = 6038 \text{ m}^3$$

Dimensiones del tanque

$$V_{\text{tanque}} = \frac{\pi D^2}{4} h$$

$$\text{Como } \frac{D}{h} = 1.5 \quad (\text{Richardson})$$

$$V_{\text{tanque}} = \frac{\pi D^3}{4(1.5)} \Rightarrow D^3 = \frac{4(1.5) V_{\text{tanque}}}{\pi}$$

$$D = \sqrt[3]{1531.73 \text{ m}^3}$$



UNIDAD <i>Lombarda Tabaco</i>	PLANTA <i>Blanca - 2N<sub>2</sub></i>	DEPTO. <i>Proceso</i>
	PROYECTO NO. <i>PAD-1970-001</i>	CALCULO <i>D G. 2.</i>
DESCRIPCION <i>Cálculo de la Alternativa IV</i>	AREA	APROBO
	HOJA <i>2</i>	DE <i>28</i>

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$D = \underline{22.59 \text{ m}}$$

$$h = \frac{D}{1.5} = \underline{15.06 \text{ m}}$$

*tergus comercial.*

$$D = 23 \text{ m} \quad h = 15.50 \text{ m} \quad \text{por } \frac{1}{4} \text{ esp. (16-191)}$$

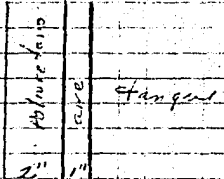
*Para efectos de radiación se considerará 1/4" de espesor promedio (Richardson)*

II. - Cálculo de Radiación Esfera

$$q_2 = C_s A c f C_s$$

$$C_s = \frac{1049.12 \text{ kcal}}{\text{h m}^2} \quad (\text{DE PERRY } 5^{\text{ta}} \text{ ed p } 12-21)$$

*Aislamiento:*



$$D = 23 + 2 \left( \frac{2.01}{100} \right) + 2 \left( \frac{2.51}{100} \right) + 2 \left( \frac{1.51}{100} \right) = 23.17$$

$$A_{ext} = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi (23.17)^2}{4} = 421.64 \text{ m}^2$$



UNIDAD

Lombarda Tabasco

DESCRIPCION

Cálculo de la alternativa II

PLANTA

Ultima - NH<sub>3</sub>

DEPTO.

PROFESOR

PROYECTO NO.

PAA - 110 - 001

CALCULO

RGR

AREA

APROBO

HOJA

DE

FECHA

3 DE 20

26/11/81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

Estado estable en un cuerpo gris

$$Q_s = E_s$$

$$E_s = 0.9 \rightarrow 0.95 \quad (\text{Perry 10-15 5ª Ed})$$

Considerando la máxima absorción

$$f_s = 0.95 \cdot 421.61 + 1049.42 = 420373.60 \text{ Kcal/hr}$$

$$Q_s = 420373.60 \text{ Kcal/hr}$$

III = + Cálculo de calor conducido a través de aislante  
aire y pared de recipiente

a) Conductividad del aislante

$$k_{\text{aisl}} = 1.487 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{cm}}$$

Considerando 50% de adherencia de aislamiento

$$h_{\text{aisl}} = \frac{1.487}{(2.54)^2} \cdot \frac{1}{0.5} = 5858 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{cm}}$$

$$h_{\text{aisl}} = 5858 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{cm}}$$





UNIDAD

Lombarda Tabasco

DESCRIPCION

Cálculo de la Alternativa IV

PLANTA

Almac - NH<sub>2</sub>

PROYECTO NO.

111-1970-001

AREA

HOJA

4

DE

28

DEPTO.

Progreso

CALCULO

A.G. 2.

APROBO

FECHA

25/11/01

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

b) Conductividad del aire

$$K_{\text{air}} = 0.016 \frac{\text{Btu}}{\text{hr} \cdot \text{ft} \cdot ^\circ\text{F}} \quad (\text{Kern Vol})$$

$$K_{\text{air}} = 0.016 \frac{\text{Btu}}{\text{hr} \cdot \text{ft} \cdot ^\circ\text{F}} \times 1.49 \frac{\text{KCal}}{\text{hr} \cdot \text{m} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot \frac{1}{1.49} \frac{\text{hr} \cdot \text{ft} \cdot ^\circ\text{F}}{\text{m} \cdot \text{KCal}}$$

$$K_{\text{air}} = 0.0238 \frac{\text{KCal}}{\text{hr} \cdot \text{m} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$h_{\text{air}} = \frac{0.0238}{0.0254} = 94 \frac{\text{KCal}}{\text{hr} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$$

c) Conductividad del acero.

$$K_{\text{acero}} = 3869 \frac{\text{KCal}}{\text{m} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$h_{\text{ac}} = \frac{3869}{0.0350} = 6092.91 \frac{\text{KCal}}{\text{hr} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$$

d) Factor de suciedad

$$R_d = 0.0002 \frac{\text{hr} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{KCal}}$$

e) Cálculo del coeficiente global.

$$\frac{1}{U_k} = \frac{1}{h_{\text{air}}} + \frac{1}{h_{\text{vapor}}} + \frac{1}{h_{\text{acero}}} + R_d$$



UNIDAD

Lombarda Tabasco

DESCRIPCION

Cálculo de la Alternativa IV

PLANTA

Almoo UH<sub>2</sub>

PROYECTO NO.

PDA - 1980 - 001

AREA

—

HOJA

5

DE

20

DEPTO

Tlaxco

CALCULO

A. G. Z.

APROBO

—

FECHA

26/10/81

REV.

CHECADOR

FECHA

REV.

CHECADOR

FECHA

REV.

CHECADOR

FECHA

$$\frac{1}{u_k} = \frac{1}{5.958} + \frac{1}{.94} + \frac{1}{6092.91} + 0.0002$$

$$\frac{1}{u_k} = 2.77$$

$$u_k = 0.36 \frac{\text{Cal}}{\text{h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

D) Cálculo del Area logarítmica media

$$A_{Lm} = \frac{A_{ext} - A_{int}}{\ln \frac{A_{ext}}{A_{int}}}$$

$$A_{rea} = \pi h d + \frac{\pi d^2}{4}$$

$$A_{rea \text{ int}} = \pi \times 23 \times 10.50 + \frac{\pi \times 23^2}{4} =$$

$$A_{rea \text{ int}} = 1535.45 \text{ m}^2$$

$$A_{rea \text{ Ext}} = \pi \times 23.17 \times 10.50 + \frac{\pi \times 23.17^2}{4}$$

$$A_{rea \text{ ext}} = 1549.90 \text{ m}^2$$

$$A_{Lm} = \frac{1549.90 - 1535.45}{\ln \frac{1549.90}{1535.45}}$$

$$A_{Lm} = 1542.24 \text{ m}^2$$



UNIDAD

Lombarda Tabasco

DESCRIPCION

Cálculo de la Alternativa IV

PLANTA

Almacén NH<sub>3</sub>

PROYECTO NO.

PDA - 1970 - 001

AREA

HOJA

6

DE

28

DEPTO.

Progreso

CALCULO

D. G. P.

APROBO

FECHA

26/10/81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

g) Cálculo de calor

$$q_k = U_k \times A_{Dn} (T_c - T_{int})$$

$$T_{int} = 23.65^\circ C = -33.35^\circ C \quad (\text{Tablas de vapor})$$

$$q_k = 1.34 \times 1542.24 (T_s - 23.65)$$

$$q_k = 555.21 T_s - 1930.55.21$$

IV.- Cálculo de calor perdido por convección

$$q_c = h_c A_{ext} (T_{amb} - T_s)$$

$$T_{amb} = 31.2^\circ C$$

$$h_c = 2.25 \frac{kcal}{hr \cdot m^2} \quad \text{según } 19 Ed 10-8$$

$$q_c = 2.25 \times 1549.90 (31.2 - T_s)$$

$$q_c = -3412.28 T_s + 1092025.04$$

V.- Cálculo de calor perdido por radiación

$$A_{ext} = 1549.90$$

Considerada emisividad de emisividad

$$q_r = 4.929 \times 10^{-9} \epsilon A_e (T_s)^4$$



UNIDAD  
Lombarda Tabasco

DESCRIPCION  
Cálculo de la Superficie IV

PLANTA  
Planta N.Hg

PROYECTO NO.  
PAB-1990-001

AREA

HOJA 7 DE 78

DEPTO.  
Proceso

CALCULO  
D.G.R

APROBO

FECHA  
26/10/01

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$q_r = 4.926 \times 10^{-8} + 0.7 \times 1549.90 (T_s)^4$$

$$q_r = 6.1024 \times 10^{-5} T_s^4$$

II. Balance Total en la Superficie

$$q_s + q_c = q_r + q_e$$

$$420373.60 + 1092025.04 - 3477.28 T_c = 6.1024 \times 10^{-5} T_s^4$$

$$+ 555.21 T_c - 123055.21$$

$$6.1024 \times 10^{-5} T_s^4 + (555.21 + 3477.28) T_c =$$

$$123055.21 + 1092025.04 + 420373.60$$

$$6.1024 \times 10^{-5} T_s^4 + 4032.49 T_c - 1645503.85 = 0$$

Resolviendo por el método de Ruffini

$$T_c = 294.05^\circ K = 21.05^\circ C$$

Por la planta:

$q_s = 420373.60 \text{ kcal/hr}$
$q_c = 39501.28 \text{ kcal/hr}$
$q_r = 452657.36 \text{ kcal/hr}$
$q_e = 66640.36 \text{ kcal/hr}$

El balance:

$$420373.60 + 66640.36 = 39201.28 + 452657.36$$



UNIDAD

Lombardia - Tránsito

DESCRIPCION

Cálculo de la Ventilación III

PLANTA

Almacén Udz

PROYECTO NO.

PNA-1970-001

AREA

HOJA

DE

8 DE 28

DEPTO.

Progreso

CALCULO

A.G.R.

APROBO

FECHA

29/10/71

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

### VI. Análisis Específico por generación térmica

$$\lambda = 326.72 \text{ kcal/hkg}$$

$$w = 30204.29 = 92.39 \text{ kg/hr}$$

= 26.52

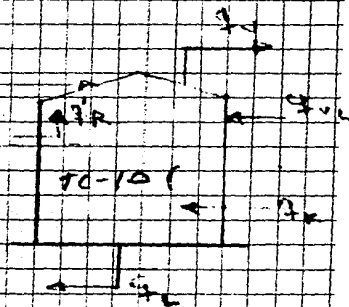
### VII. Balance de Materia y Energía en el Sistema

\* Flashco. Considerado en el interior del sistema

$$w_F + w_{uc} = w_x + w_b + w_{evap}$$

$$w_v = w_{uc} + w'_v$$

$$w'_v = w_F \times \frac{P_{v,F}}{P_{atm}}$$



$$q_K + q_R + q'_R + q_{uc} = q_L + q_v$$

$$q_K = 30204.29 \text{ kcal/hr}$$

$$q_F = w_F (H_F - H_a)$$

$$q'_R = V_D (H_v - H_a)$$

$$q_{uc} = w_{uc} (H_{uc} - H_a)$$

$$q_R = w_R (H_R - H_a)$$

$$q_v = w_v (H_v - H_a)$$

**Fi**

UNIDAD

Lombarda Fabasco

DESCRIPCION

Cálculo de la alternancia IV

PLANTA

Dinosa N.H.

PROYECTO NO.

PAR-1986-001

AREA

HOJA

DE

DEPTO.

Proceso

CALCULO

A. G. R.

APROBO

FECHA

29/10/81

9 DE 20

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$w_{sv} = (w_{vr} - w_{v0}) * \frac{P}{T_0}$$

$$H_0 = 4_0 = 63.68 \text{ Kcal/Kg}$$

$$w_D = (w_{vr} - w_{v0}) * \frac{P}{T_0}$$

$$H_F = 145.52 \text{ Kcal/Kg} \quad (40^\circ\text{C})$$

$$w_r = 990.00 \text{ Kcal/Kg} \quad (1 \text{ atm})$$

Balance General (CASO DE ARRANQUE)

$$Q_{\text{in}} = 30209.29 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_F = w_F (H_F - H_0)$$

$$H_0 = 63.68 \text{ Kcal/Kg}$$

$$H_F = 145.52 \text{ Kcal/Kg}$$

$$w_F = 10000 \text{ Kg/h}$$

$$Q_F = 10000 (145.52 - 63.68) = 3223600 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_u = w_u (H_u - H_0) = 0$$

$$I_{\text{in}} = w_F - w_u = 10000 - 0 = 10000$$

$$I_v = \frac{10000}{6.82} = 58.65 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$$

$$P_{\text{out}} = .884 \text{ Kg/m}^3$$



UNIDAD

DESCRIPCION

Lombard, S. A. S. C. S. C.

Cálculo de la Humidación II

PLANTA

A/2011/11/13

PROYECTO NO.

PAR-1972-001

AREA

HOJA

10

DE

26

DEPTO

Proceso

CALCULO

A. G. R.

APROBO

FECHA

29/11/21

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$V_0 = P_{vap} * I_v = 1.244 * 5165 = 51.95 \text{ Kg/hr}$$

$$V_0 (H_v - H_0) = Q_v = 51.95 (390.60 - 63.68) \\ = 16949.99 \text{ K cal/hr}$$

$$Q_v = (H_v - H_0) W_v = 326.90 W_v \text{ K cal/hr}$$

Balance total.

$$Q_v + Q_F + Q_R = Q_1 + Q_v$$

$$30.804,29 + 3273600 + 16949.99 = 326.90 W_v$$

$$W_v = 10157.32 \text{ Kg/hr}$$

$$W_{wet} = W_v - W_{in} = 10157.32 - 593.62 = 9563.70$$

$$W_{wet} = 756\% \text{ T. H}_2\text{O}$$

b) Cálculo de Balance en el Compressor

$$Q_{comp} = 10157.32 (418.75 - 390.60)$$

$$Q_{comp} = 274177.51 \text{ K cal/hr}$$

c) Cálculo de Balance en el evaporador

$$Q_{evap} = 9563.70 (156.85 - 150.835)$$

$$Q_{evap} = 227182.67 \text{ K cal/hr}$$



UNIDAD

Lombarda Tabasco

DESCRIPCION

Calculo de la alternativa II

PLANTA

Almas NH<sub>2</sub>

DEPTO.

Poosco

PROYECTO NO.

PAA - 1980 - 001

CALCULO

A. G. R.

AREA

APROBO

HOJA

11

DE

25

FECHA

29/11/81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

F/149 de Agua

$$w_{aq} = \frac{3041716.07}{12.39} = 309172 \text{ kg/hr} = 304 \text{ cm}^3/\text{hr}$$

d) Calculos considerando operacion normal

$$w_w = 7000 \text{ Kg/hr}$$

$$Q_w = 30204.29 \text{ kcal/hr}$$

$$Q_F = 3273600 \text{ kcal/hr}$$

$$Q_w = 0$$

$$I_{w1} = w_F - w_i = 40000 - 7000 = 33000 \text{ Kg/hr}$$

$$I_{v1} = \frac{33000}{672} = 48.39$$

$$C_{vap} = 6.884 \text{ Kg/m}^3$$

$$V_{v1} = 884 + 48.39 = 42.78 \text{ Kg/hr}$$

$$Q_{v1} = 42.78 (390.60 - 63.62) = 13985.64$$

$$Q_{v1} = 326.90 \text{ w/v}$$

Substituyendo

$$30204.29 + 3273600 + 13985.64 + [(w_w - 593.62) (150.835 - 63.62)] = w_w (326.90)$$





UNIDAD:

dombarda fabrico

DESCRIPCION

Calculo de la Alternativa IV

PLANTA

Almac NH<sub>3</sub>

DEPTO.

Proceso

PROYECTO NO.

PA - 1980-001

CALCULO

A. G. R.

AREA

APROBO

HOJA

12

DE

76

FECHA

29/10/81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$33137.71.93 + (W_{gr} (47.16)) - 51736.95 =$$

$$W_{gr} (326.90)$$

$$W_{gr} = \frac{13623.31}{326.90} \text{ Kg/l}$$

$$W_{gr} = 13623.31 - 593.42 = 13029.89 \text{ Kg/l}$$

E) Calculo de calor en el compresor

$$Q_{comp} = 13623.31 (468.85 - 390.60)$$

$$1066021.01 \text{ Kcal/l}$$

F) Calculo de calor en el condensador

$$Q_{cond} = 13029.89 (468.85 - 150.835)$$

$$4143637.31 \text{ Kcal/l}$$

Flujo de gases

$$W_{ag} = \frac{4143637.31}{49.39} = 83918.56 \text{ Kg/l}$$

VII Calculo de Compresores (RC-303 1209/205)

$$W_{gr} = 13623.31 \text{ Kg/l}$$

Por cantidad de gases

$$W_{gr} = 13623.31 \times 6.1 = 83092.19 \text{ Kg/l}$$



UNIDAD

Lombarda Tabasco

DESCRIPCION

Calculo de la alternativa IV

PLANTA

Almas NH<sub>3</sub>

DEPTO.

Proceso

PROYECTO NO.

PAR-1970-001

CALCULO

R. G. R.

AREA

APROBO

HOJA

DE

FECHA

13

28

29/10/81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

Por las firmas de compresoras:

$$W_{v, des} = 7472.82 \text{ Kg/hr por compresor}$$

$$V_{sue} = \frac{W_{v, des}}{\rho_{sue}} = \frac{7472.82}{.894} = 8476.64 \frac{m^3}{hr}$$

$$V_{sue} = 4948.81 \text{ ICFM}$$

Por lo tanto de New Ken R. "Compressor Selection for the Chemical Process Industries" Chem. Eng. Eng 20, 74-94 (1975). El flujo para compresoras centrifugas es entre 3000 y 15000 ICFM.

Calculo:

$$\text{Capacidad } 8476.64 \frac{m^3}{hr}$$

$$4948.81 \text{ ICFM}$$

Vapor Amoniaco (NH<sub>3</sub>)

$$\text{Peso Molecular } 17.031$$

$$\text{Presión de succión } 1.0257 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Temperatura de succión } 239.65^\circ K$$

$$\text{Presión de descarga } 17.92 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Presión de descarga lis } 17.92 \times 1.1 = 19.71 \text{ Kg/cm}^2$$

Constante de los gases

$$R = \frac{1.545}{M_w} = 90.72$$

relacion de calor especifico k



UNIDAD

Lombarda Tabasco

DESCRIPCION

Cálculo de la alternativa IV

PLANTA

Nitrato NH<sub>3</sub>

PROYECTO NO.

PIA-1980-001

AREA

HOJA

14

DE

26

DEPTO.

Progreso

CALCULO

R. G. R.

APROBO

FECHA

29/11/81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$\mu = \frac{C_1}{C_2} = \frac{C_1}{1.186 - C_1} = 1.31$$

factor de compresibilidad en la succion Z<sub>s</sub>

$$P_0 = 115.12 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T_0 = 405.6 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$P_2 = 1.0257 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T_2 = 240.85 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$P_r = .0089$$

$$T_r = .5909$$

$$Z_s = .97 \text{ (Perry 3.232 5}^\circ\text{ EA)}$$

factor de compresibilidad en la descarga.

$$P_0 = 17.92 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T_0 = T_2 \times R_c \frac{g-1}{g} = 482.33 \text{ }^\circ\text{K}$$

Esta temperatura de descarga es demasiado elevada (No se encuentra entre los rangos del Molino para Amoniac) es superior a la temperatura critica, por esto se REQUERIRA ENFRIAMIENTO INTERMITENTE

Relacion de compresion total:

$$R_{c \text{ tot}} = \frac{P_0}{P_2} = \frac{17.92}{1.0257} = 17.47$$

Relacion de compresion por etapa



UNIDAD

Lombarda Tabasco

DESCRIPCION

Cálculo de la alternativa II

PLANTA

Almac. NH<sub>3</sub>

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

HOJA

15 DE 28

DEPTO

Progreso

CALCULO

R. S. R.

APROBO

FECHA

29/10/81

REV.

CHECADOR

FECHA

REV.

CHECADOR

FECHA

REV.

CHECADOR

FECHA

$$R_c = \sqrt[n]{R_{c, \text{por}}}$$

 $n = N^{\circ}$  de SECCIONES DE COMPRESIONSuponiendo  $n = 2$ 

$$R_c = \sqrt[2]{17.42} = 4.18$$

Por lo tanto si AP enfriador y Separador aq. = 7031 Kg/cm<sup>2</sup>

(10 lb)

$$P_0 = 4.18 (1.0257) + 7031 = 4.9592 \text{ Kg/cm}^2 \text{ A}$$

$$P_5 = 4.9592 \text{ Kg/cm}^2 \text{ A}$$

$$P_0 = 4.18 (4.9592) = 20.58 \text{ Kg/cm}^2 \text{ A}$$

Cálculo de SECCIONES DE COMPRESION 1 y 2

factor de compresibilidad en la descarga

$$P_0 = 4.9592 \text{ Kg/cm}^2 \text{ A}$$

Temperatura de descarga teórica para calcular Z

$$T_0 = 239.65 * \frac{1.31}{1.31} = 335.61 \text{ }^{\circ}\text{K}$$

$$D_1 = .0431$$

$$T_1 = 18224$$

$$Z_0 = 1.90$$

factor de compresibilidad promedio

$$\bar{Z} = \frac{.96 + .92}{2} = .94$$



UNIDAD

Lombarda Tabasco

DESCRIPCION

Cálculo de la alternativa IV

PLANTA

Almac NH<sub>2</sub>

PROYECTO NO.

PAA - 1980 - 001

AREA

HOJA

16

DE

20

DEPTO.

Progreso

CALCULO

P. G. R.

APROBO

FECHA

30/10/81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

Volumen especifico 43/16

$$\bar{v} = z \left( \frac{1545}{M_w} \right) \left( \frac{T}{1440} \right) = .965 \left( \frac{1545}{12.021} \right) \left( \frac{431.68}{144(14.62)} \right)$$

$$\bar{v} = 18.05 \text{ ft}^3/\text{lb} = 1.1289 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$\text{Flujo: } \dot{w}_s = \frac{14985.61 \text{ kg}}{2 \text{ hr}} = \frac{550.62 \text{ lb}}{2 \text{ min}}$$

$$= 275.31 \text{ lb/min}$$

exponente de calor específico:

$$\frac{k-1}{k} = .2566$$

$$\dot{M} = \sqrt{k g R T_c Z_c} = \sqrt{(1.31)(32.17)(90.72)(431.68)(.92)}$$

$$= 12.65,259 \text{ ft/sec}$$

$$g = 32.17 \text{ ft/sec}^2$$

Relación de compresión

$$P_c \frac{P_2}{P_1} = 4.10$$

Coeficiente de carga "

$$\text{para } 5020.18 \text{ CFM } \lambda = .50 \text{ (valor en anexo de referencia)}$$

Eficiencia poltropicia  $\eta_{pol}$ 

$$\eta_{pol} = 72.8 \% \text{ (Fig 4 anexo de referencia)}$$



UNIDAD

Lombardi Tabasco

DESCRIPCION

Calculo de la Alternación II

PLANTA

Planta NH<sub>3</sub>

PROYECTO NO.

PAA-1970-001

AREA

HOJA

17

DE

28

DEPTO.

VIOSCO

CALCULO

A.G.R.

APROBO

FECHA

30/10/81

REV.

CHECADOR

FECHA

REV.

CHECADOR

FECHA

REV.

CHECADOR

FECHA

Diámetro nominal del inyector

 $D_{(nom)} = 21''$  tabla IV punto de referencia

Relación de exponente politrópico

$$\gamma = \frac{(K-1)/K}{\gamma_{poli}} = \frac{100 \left( \frac{1.2366}{1.318} \right)}{1} = 3206$$

$$r_e^\gamma = (4.18)^{3206} = 1.58$$

Temperatura de descarga

$$T_D = T_S (r_e^\gamma) = 43.57 (4.18)^{3206}$$

$$T_D = 681.64 \text{ } ^\circ\text{R} = 105.5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Cabeza politrópica

$$H_{poli} = \left( \frac{T_D + T_S}{2} \right) \left( \frac{1545}{14.7} \right) T_S \left( \frac{r_e^\gamma - 1}{\gamma} \right)$$

$$= .965 \left( \frac{1545}{14.7} \right) 431.68 \left( \frac{1.58 - 1}{.3206} \right)$$

$$= 68366.3 \text{ ft. lbf/lb}$$

Gas horsepower (HP) g. vol. = lbs. Mach / 33000  $\gamma_{poli}$ 

$$\frac{175.31 (68366.3)}{33000 (.328)} = 779.75 \text{ HP}$$

Potencia en cada manetas por revolución

Diámetro Imp 21''



UNIDAD

Lombarda, Tabasco

DESCRIPCION

Calculo de la alternativa IV

PLANTA

Molac. NH<sub>3</sub>

PROYECTO NO.

IAB-1970-001

AREA

HOJA

DE

18

28

DEPTO.

Progreso

CALCULO

A.G.R.

APROBO

FECHA

17/11/70

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

diametro nominal B

velocidad RPM  $N = 229 \text{ U/D}$ 

$$N = 229 (1265.259) / 21 = 13797.25 \text{ RPM}$$

hp (línea cod) = 60 (Fig 6 artículo de referencia)

hp (línea 11a) = 70 (✓ - - - -)

$$hp \text{ tot. } 722.85 + 70 + 60 = 902 \text{ hp tot.}$$

vel max impactar U //seg

 $\mu = .9 \text{ a } 1.0 (\text{max})$ 

$$\mu = .9 (1265.259) = 1137.73 \text{ //seg}$$

$$\mu = \sqrt{\frac{H \text{ cod } 9}{N \text{ tot } //}}$$

$$N_{\text{tot}} = \frac{H \text{ cod } 9}{\mu^2} = \frac{(68366.3) (32.17)}{.50 (1137.73)^2} = 3.39$$

$$N_{\text{tot}} = 4$$

para 4 máquinas

$$\mu = \sqrt{\frac{(68366.3) (32.17)}{4 (.50)}} = 1048.65 \text{ //seg}$$

Calculo de SECCION DE COMPRESION A 17.

UNA SECCION DE  
COMPRESION DE 4 CTAPAS



UNIDAD

Lombard

DESCRIPCION

Cálculo de capacidad de bombeo

PLANTA

Almac. N° 3

PROYECTO NO.

PAR-1980-001

AREA

HOJA

19

DE

26

DEPTO.

P. V. 2000

CALCULO

R. S. R.

APROBO

FECHA

12/10/81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$\text{Capacidad} = 4911.51 \times \frac{1.0257}{4.9592} + \frac{292.15}{239.65} =$$

$$= 1258.49 \text{ lcfm}$$

$$\text{Presión de succión} = 4.9592 \text{ kg/cm}^2 \text{ A}$$

$$\text{Temperatura de succión} = 292.15^\circ \text{K} \quad (15^\circ \text{ arriba de } 273^\circ \text{ K})$$

$$\text{solución a P} = 4.9592 \text{ kg/cm}^2 \text{ A}$$

$$\text{Presión de descarga} = 20.57 \text{ kg/cm}^2 \text{ A} \quad (\text{de diseño})$$

factor de compresibilidad en la succión

$$P_0 = 4.9592$$

$$T_0 = 292.15$$

$$P_1 = 20.57$$

$$T_1 = 312$$

$$Z_0 = 1.0$$

factor de compresibilidad en la descarga

$$P_0 = 20.57 \text{ kg/cm}^2 \text{ A}$$

$$T_0 = 292.15 + 4.15 \frac{1.31-1}{1.31} = 296.30 \text{ K} = 23.15^\circ \text{C}$$

$$P_1 = 1.0$$

$$T_1 = 300$$

$$Z_0 = 1.0$$

factor de compresibilidad promedio

$$\bar{Z} = \frac{1.0 + 1.0}{2} = 1.0$$





UNIDAD

Lombardia - baseo

DESCRIPCION

Calculo de la columna IV

PLANTA

Planta NH<sub>3</sub>

DEPTO.

Diabolo

PROYECTO NO.

PAB-1980-001

CALCULO

R.G.K.

AREA

APROBO

HOJA

27

DE

28

FECHA

2/1/81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

volumen especifico

$$\bar{v} = .94 \left( \frac{1545}{12.231} \right) \left( \frac{525.9}{144(70.54)} \right) = 1.12 \frac{ft^3}{lb} = .28 \frac{m^3}{kg}$$

$$\text{flujos } w_s = 275.34 \frac{lb}{min}$$

exponente de calor especifico = 2366

$$M_a = \sqrt{(11.31)(37.12)(90.78)(531.82)(.94)} = 1374.22 \frac{ft}{seg}$$

Relacion de compresion 4.15

coeficiente de caloria 48

Tabla 14 en libro de ref

eficiencia politropica 72.5

Fig. 1 en libro de ref

diametro nominal 16"

Tabla 14 en libro de ref

relacion de exponente politropico

$$n = 1.02 \left( \frac{.2366}{22.5} \right) = .33$$

$$R^{\frac{1}{n}} = 4.15^{.33} = 1.57$$

temperatura de descarga

$$T_2 = 292.15(1.57) = 464.5 \text{ } ^\circ R = 196.4 \text{ } ^\circ C$$

Calor politropico:



UNIDAD

Com banda Tabasco

DESCRIPCION

Cálculo de la alternativa II

PLANTA

Planta NH<sub>3</sub>

PROYECTO NO.

PAA - 1980 - 001

AREA

HOJA

DE

21

20

DEPTO.

Poniso

CALCULO

P. G. Z.

APROBO

FECHA

12/1/81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$W_{paki} = (94) \left( \frac{1545}{17.021} \right) (510.87) \left( \frac{1.5951}{.3205} \right)$$

$$= 82524 \text{ // // //}$$

$$\text{Gas Horsepower} = \frac{(233.84) (82524)}{33000 (1.727)} = 919.72 \text{ Hp}$$

Potencia en rodamientos

Diámetro Imp 16"

Número de m m 1

$$N = \frac{229 (1374.2)}{16} = 19668.24 \text{ RPM}$$

Hp rod = 60

Hp sellos = 70

Fig 6a curvas de referencia

$$\text{Hp total} = 919.72 + 70 + 60 = 1079.72 \text{ Hp tot}$$

vel. max de desplazamiento  $v \leq 9$  a  $1$  (m/s)

$$D.F. (1079.72) = 1237.25$$

$$N_{it} = \frac{82524 (32.17)}{48 (1237.25)^2} = 3.61$$

$$N_{it} = 4$$

Barras de alfileres

SECCION DE COMPRESION 2  
DE RETAPAS

$$N = \sqrt{\frac{82524 (32.17)}{4(48)}} = 1125.89 \text{ // //}$$



UNIDAD

DESCRIPCION

PLANTA

ALM. DE AM

PROYECTO NO.

MA-1902-001

AREA

HOJA

DE

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

LUBRICACION TABICADO

CALCULO ALTERNATIVA IV

22 28

20/IV/81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

SE EMPLEARAN DOS TRENES DE COMPRESION TENIENDO UN TREN DE RELEVO, TENIENDO CADA UNO UN TOTAL DE  $1079 + 902 = 1981$  HP EMPLEANDO TRES COMPRESORES CON CINCUENOS DE 6 ETAPAS CADA UNO CON MOTOR DE 2000 HP.

### IX. CALCULO RECIPIENTES SEPARADORES DE LIQUIDOS:

SE USARA UN RECIPIENTE (7H-209)

A LA SUCCION DE LOS COMPRESORES: FLUJO = 13623.31 kg/hr

$$P_1 = 681.9 \text{ kg/m}^3$$

$$P_2 = 0.905 \text{ kg/m}^3$$

$$T = -33^\circ\text{C} = 190.15^\circ\text{K}$$

$$P = 1.025 \text{ kg/cm}^2 \text{ A}$$

$$M_v = 0.0084$$

$$C(\text{Re}) = \frac{0.0119 * 0.905 (681.9 - 0.905) * 0.0039}{(0.008)^2}$$

$$C(\text{Re})^2 = 446.6 \quad \text{Fig B App-521}$$

$$C = 3.6$$

#### a) ESPACIO VELOCIDAD

$$V_e = 0.145 \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{\rho_1 C}} = 0.145 \sqrt{\frac{681.9 - 0.905}{0.905 * 3.6}}$$

$$V_e = 2.04 \text{ m/s} = 2238 \text{ m/hr}$$

$$A_R = \frac{13623.31 * \frac{1}{0.905} * 2}{2238} = 13.45 \text{ m}^2 \quad (144.8 \text{ ft}^2)$$

$$D_R = \sqrt{\frac{4 * 144.8}{\pi}} = 13.8 \text{ FT} = 4.19 \text{ m} \quad (163 \text{ m})$$

DOMINANDO UN FACTOR DE ESPALTEZ:

$$M_v * 1.5 D_R = 1.5 * 4.19 = 6.21 \text{ m} \quad (204 \text{ ft})$$



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

CALCULO ALTERNATIVA II

PLANTA ALM. DE AM

DEPTO. PROCESO/NEC

PROYECTO NO. PAA-1982-001

CALCULO

JMR

AREA

APROBO

HOJA

DE

FECHA

23 28

20/10/81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$Q = \frac{6.21 \times 0.5}{2.28} \times 5 \text{ sec}$$

$$V_{\text{aprox}} = \frac{13623.31 \times 2}{13450.905 \times 3.655} = 0.62 \text{ m/sec}$$

$$h_{\text{min}} = 0.62 \times 5 = 3.1 \text{ m (10.1 FE) PARA SEMI-ELIPTICAS}$$

∴ RELACION CORRECTA

b) ESPESOR DEL CUERPO:

$$C_A = \frac{1}{16}'' = 0.159 \text{ cm}$$

$$P_0 = 2.77 \text{ kg/cm}^2 \text{ A} = 39.29 \text{ psia} = 24.69 \text{ psia}$$

$$L = 163 \text{ in}$$

$$S = 13800 \text{ psi (A-1 FE C)}$$

$$E = 1 \text{ (CRISTALINO RADICADO)}$$

$$R_A = 163 \text{ m/2} = 81.5 \text{ m}$$

$$t = \frac{24.69 \times 81.5}{13800 - 0.6 (24.69)} = 0.208 \text{ m}$$

SE USARA PLACA  
CORRECTIVA DE 1/4''

c) ESPESOR TAPAS

$$t = \frac{24.69 \times 163}{2 (13800 + 0.1 \times 24.69)} = 0.208 \text{ m}$$

TAPAS SEMIELIPTICAS

$$t = \frac{24.69 \times 163 \times 1.1}{13800 - 0.1 \times 24.69} = 0.321 \text{ m}$$

TAPAS TORISFERICAS

SE EMPLEARAN TAPAS SEMIELIPTICAS 2:1 DE 1/4'' ESPESOR



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

CALCULO ALTERNATIVA IV

PLANTA

ALM. DE ANONIMO

PROYECTO NO.

AAA-1989-001

AREA

HOJA

DE

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

APROBO JMR

APROBO

FECHA

29 DE 28

29/VI/81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

X. CALCULO SEPARADOR DE LIQUIDOS INTERMEDIOS (TA-201/202/203)

SE USARA UN RECIPIENTE POR COMPRESOR (B)  
A LA SUCCION DE LA SECCION FLUJO = 13623.31 g/hr

$$T = 19^{\circ}\text{C} = 29215^{\circ}\text{K}$$

$$P = 4.9597 \text{ kg/m}^3$$

$$P_L = 611.17 \text{ kg/m}^3$$

$$P_{\text{vap}} = 6.489 \times \frac{7.1517}{8.965} = 3.80 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 0.01 \text{ cp}$$

$$C(\text{kg})^2 = \frac{0.0119 \times 3.80 (611.17 - 3.80) \times 10^{-059}}{(0.01)^2} = 10719$$

$\therefore C = 2.5 \text{ API-S21}$

9) Espacio de LOMBARDA:

$$V_0 = 0.145 \sqrt{\frac{611.17 - 3.80}{2.00 \times 2.5}} = 1.16 \text{ Ft/sec} = 1272 \text{ m/hr}$$

$$A_k = \frac{13623.31 \times \frac{1}{3.80} \times 2}{1272} = 5.6 \text{ m}^2 \quad (60 \text{ Ft}^2)$$

$$D_k = \sqrt{\frac{4 \times 60.6}{\pi}} = 6.8 \text{ Ft} = 2.7 \text{ m} \quad (105 \text{ mm})$$

DOMINADO UN FACTOR DE SOBLETE

$$h_f = 1.5 \times D_k = 1.5 \times 2.7 = 4.05 \text{ m} \quad (13 \text{ Ft})$$

$$\Theta = \frac{4.05 \times 0.5}{\frac{1272}{3600}} = 5.7 \text{ sec}$$

$$N_{\text{pes}} = \frac{13623.31 \times 2}{5.6 \times 3.8 \times 3600} = 0.35 \text{ m/sec}$$

$$N_{\text{min}} = 0.35 \times 5.7 = 2.03 \text{ m} \quad (6.65 \text{ Ft})$$

$\therefore$  RELACION DE SOBLETE  
CORRECTA



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

CALCULO ALTERNATIVA IV

PLANTA

ALMA DE AMONIACO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

-

HOJA

25

DE

28

DEPTO

PROCESO/MEC

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

20/1/81

REV.

CHECADOR

FECHA

REV.

CHECADOR

FECHA

REV.

CHECADOR

FECHA

b) ESPESOR DEL CUERPO

$$S_r = \frac{P}{T_b} = 0.189 \text{ cm}$$

$$D_o = 6.7097 \text{ g/cm}^2 \times A = 80.8 \text{ psig}$$

$$S = 13800 \text{ psig (A-285-C)}$$

$$E = 1 \text{ (TOTALMENTE RADIOGRAFADA)}$$

$$P = 105 \text{ psi} / 2 = 52.5 \text{ psi}$$

$$t = \frac{52.5 \times 80.8}{13800 - 0.6(80.8)} + 0.0625 = 0.37 \text{ in}$$

SE USARA PLACA COMERCIAL DE 7/16"

+ 1/2"

c) ESPESOR DE TAPAS

$$t = \frac{105.0 \times 80.8}{2(13800 + 0.1(80.8))} + 0.0625 = 0.369 \text{ in}$$

TAPAS SEMIELIPTICAS

$$t = \frac{80.8 \times 105 \times 0.005}{13800 - 0.1 \times 80.8} + 0.0625 = 0.61 \text{ in}$$

TAPAS TORISFERICAS

SE EMPLEARAN TAPAS SEMIELIPTICAS 2:1 DE 7/16"

BT: CALCULO SEPARADOR DE ACEITE (TM=214/215/216)

SE USARA UN RECIPIENTE PARA COMPRESOR (3)

$$P = 29.50 \text{ kg/cm}^2 \text{ A}$$

$$T = 191.4^\circ \text{C}$$

$$P_L = 910 \text{ kg/cm}^2 \text{ (MANUAL DE SELMEC)}$$

$$P_{vap} = 8.89 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_v = 0.0138 \text{ cc}$$

$$C(P_L)^2 = \frac{0.5119 \times 8.89 (910 - 8.89) \times 0.0039}{(0.0138)^2}$$

$$= 1952$$

$$\therefore C = 1.8$$

API-524



UNIDAD

DESCRIPCION

LONBARDA, TABASCO

CALCULOS ALTERNATIVA IV

PLANTA

ALM. DE AMONIAK

PROYECTO NO.

PNA-1980-00

AREA

—

HOJA

26

DE

20

DEPTO.

TOLIESO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

20/11/81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

4) ESPACIO VITROADO

$$V_e = 0.195 \sqrt{\frac{910 - 8.89}{8.89 + 1.0}} = 1.088 \text{ ft/sec} = 1194 \text{ mm/sec}$$

$$A_k = \frac{13623.31 * 1.09}{1194} * 2 = 2.57 \text{ m}^2 \quad (27.6 \text{ ft}^2)$$

$$D_k = \sqrt{\frac{4 * 27.6}{\pi}} = 5.9 \text{ ft} = 1.8 \text{ m} \quad (7.13 \text{ m})$$

DOMINANDO UN FACTOR DE ESCALTEZ

$$A_k = 1.5 D_k = 1.5 * 1.8 = 2.7 \text{ m}$$

$$\theta = \frac{2.7 * 0.5}{\frac{1194}{3600}} = 4.07 \text{ sec}$$

$$N_{gas} = \frac{13623.31 * 2}{4.07 * 8.89 * 3600} = 0.209 \text{ m/sec}$$

$$A_{min} = 0.209 * 4.07 = 0.85 \text{ m}$$

RELACION DE ESCALTEZ CORRECTA

b) ESPESOR DEL CUERPO:

$$C_m = \frac{1}{16} = 0.59 \text{ cm}$$

$$P_0 = 303 \text{ psig}$$

$$S = 13800 \text{ psig} \quad (A-2BS-C)$$

$$E = 1 \quad (\text{TOTALMENTE RADIografiado})$$

$$R_s = 7.13 \text{ m} / 2 = 35.6 \text{ cm}$$

$$t = \frac{303 * 35.6}{13800 - 0.6(303)} + 0.0625 = 0.85''$$

SE USARA PLACA DE 1''

c) ESPESOR DE TAPAS

$$t = \frac{303 * 7.13}{2(13800 + 0.1(303))} + 0.0625 = 0.84''$$

PARA TAMA SE INCLUYAN



UNIDAD

LONGBARRA, YARACUY

DESCRIPCION

CALCULO ALTERNATIVA II

PLANTA

ALM. DE AMONIACO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

HOJA

26

DE

28

DEPTO.

PROCESO/MRC

CALCULO

APROBO

FECHA

20/11/81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
1								

$$t = \frac{303 \times 2113 \times 0.885}{113000 - 0.1(303)} \times 0.0625 = 1.45''$$

PARA TUBOS HEMISFERICOS

SE EMPLEARAN TUBOS SEMIELIPTICOS 2:1 DE 1/2"

III - CALCULO CAMBIADORES DE CALOR1) CALENTADOR DE AMONIACO: (UN CAMBIADOR DE CALOR)  
(CH-213)VAPOR-AMONIACO:  $U_D = 200 - 700 \frac{BTU}{HR \cdot FT^2 \cdot OF}$  (KERN p. 945) $H_2 = 101.65 \frac{KCAL}{HR}$  $H_1 = 64.21 \frac{KCAL}{HR}$  $R_2 = 0.001$ SE CONSIDERARA EL PROMEDIO (450 BTU/HR FT<sup>2</sup> OF)

$$Q = m_A (H_2 - H_1) = 7000 \frac{KCAL}{HR} (101.65 - 64.21) \frac{KCAL}{HR} = 262,085 \frac{KCAL}{HR}$$

$$\dot{m}_{H_2O} = \frac{262,085}{5.02} = 52,22 \frac{KCAL}{HR}$$

$$\dot{m} = \frac{262,085}{5.02} = 52,22 \frac{KCAL}{HR}$$



$$\Delta T_{LM} = \frac{(154 + 33) - (154 - 15)}{\ln \frac{154 + 33}{154 - 15}} = 169.2^\circ C = 304.5^\circ F$$

$$\ln \frac{154 + 33}{154 - 15}$$

$$\frac{1}{U_c} = \frac{1}{U_D} + R_D = \frac{1}{918.2} + 0.001 = 0.00122 \Rightarrow U_c = 818.2 \frac{BTU}{HR \cdot FT^2 \cdot OF}$$

$$\frac{1}{U_D} = 0.00122 + 0.003 = 0.00422 \Rightarrow U_D = 236.9 \frac{BTU}{HR \cdot FT^2 \cdot OF}$$

$$Q = U A \Delta T_{LM} \Rightarrow A = \frac{262,085}{236.9 \times 304.5} = 3.685 \text{ FT}^2 \approx 4 \text{ FT}^2$$

$$= 0.33722$$





UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

CALCULO ALTERNATIVA IV

PLANTA

ALM. DE AMONIA CO

DEPTO.

PROCESO / MEC

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

CALCULO

JMR

AREA

APROBU

HOJA 27

DE

28

FECHA

20 / 11 / 81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

2) ENFRIADOR INTERETAPAS: EL 150RA UN CAMBIAR POR COMPRESOR  
(CM-206/207/208) (3)

AMONIA CO - AGUA:  $U_0 = 40-60 \frac{\text{BTU}}{\text{HR} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{F}}$  (PERRY 5<sup>ta</sup> ed p. 10-39)

$$R_0 = 0.005$$

SE CONSIDERAN EL PROMEDIO (60 BTU/HR ft<sup>2</sup> F)

$$H_i = 437 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}} @ 4.9597 \frac{\text{kg}}{\text{min}} \text{ A } 62.45^\circ\text{C}$$

$$H_{e1} = 414 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}} @ 4.9597 \frac{\text{kg}}{\text{min}} \text{ A } 19^\circ\text{C}$$

$$Q_{T1} = m_a (H_i - H_{e1}) = 13623.31 (437 - 414) = 313336 \frac{\text{Kcal}}{\text{HR}}$$

$$W_{AQ} = \frac{313336}{65 - 39} = 12051.4 \frac{\text{kg}}{\text{HR}} = 12.1 \frac{\text{m}^3}{\text{HR}}$$



$$LMTD = \frac{(39 - 19) - (65 - 62.45)}{\ln \frac{39 - 19}{65 - 62.45}} = 8.47^\circ\text{C} = 15.25^\circ\text{F}$$

$$\ln \frac{39 - 19}{65 - 62.45}$$

$$\frac{1}{U_c} = \frac{1}{U_0} + R_0 = \frac{1}{60} + 0.005 = 0.0167 \Rightarrow U_c = 85.7 \frac{\text{BTU}}{\text{HR} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{F}}$$

$$\frac{1}{U_0} = 0.0167 + 0.003 = 0.0197 \Rightarrow U_0 = 68.2 \frac{\text{BTU}}{\text{HR} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{F}}$$

$$Q_{T1} = U_0 A_c LMTD \Rightarrow A_c = \frac{313336}{68.2 \cdot 15.25} = 301.3 \text{ ft}^2 = 28 \text{ m}^2$$

3) CONDENSADOR DE SERFS (CM-211/212)

SE USARAN DOS

AMONIA CO - AGUA:  $U_0 = 103.37 \frac{\text{BTU}}{\text{HR} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{F}}$  (BASE ALT I y II)



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

CALCULO ALTERNATIVA II

PLANTA

ALM. DE ANANIAS

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

—

HOJA

28

DE

28

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMR

APROBO

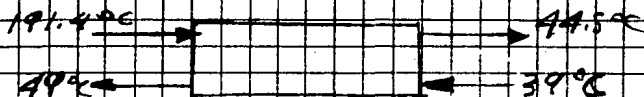
FECHA

20/VI/81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$Q = 4143.63771 \text{ kcal/hr}$$

$$W_{\text{air}} = 414364 \text{ kg/hr} = 414.4 \text{ m}^3/\text{hr}$$



$$\Delta T_{\text{LMTD}} = \frac{(191.4 - 49) - (44.5 - 39)}{\ln \frac{191.4 - 49}{44.5 - 39}} = 92.07^\circ\text{C} = 85.7^\circ\text{F}$$

$$Q = U_o A \Delta T_{\text{LMTD}} \Rightarrow A = \frac{4143.63771}{10337 \times 85.7} = 529.93 \text{ ft}^2 = 49.2 \text{ m}^2$$

### III ESTIMACION DE BOMBAS (BA 102 A/B)

$$Q = 7000 \text{ m}^3/\text{hr} \times \frac{1 \text{ m}^3}{3600 \text{ s}} = 10.3 \text{ m}^3/\text{hr} = 45.16 \text{ GPM}$$

$$P_{\text{env}} = \text{ATM} = 14.7 \text{ psia} = 1033 \text{ kg/m}^2 \text{ A} = 49.8 \text{ ft}$$

$$P_{\text{env}} = 20 \text{ kg/cm}^2 \text{ A} = 289.96 \text{ psia} = 1134 \text{ ft}$$

$$\Delta P_{\text{columna}} = 8 \text{ m} = 26.25 \text{ ft}$$

$$\Delta P_{\text{fric}} = 0.1 \Delta P_{\text{env}} = 2.63$$

$$\Delta P_{\text{columna}} = 10 \text{ psi} = 34.85$$

$$\frac{P}{\rho} \text{ @ } 50^\circ\text{C} = 1202.7 \text{ ft}$$

$$T_{\text{OH}} = 1202.7 - 49.8 = 1152.94 \text{ ft} \approx 1155 \text{ ft}$$

$$\text{HP} = \frac{1155 \times 45.16 \times 1.2 \times 0.601}{3960 \times 0.7} = 15.38$$

$$\text{HP} = 20$$

**F.- CALCULOS ALTERNATIVA V**



UNIDAD

LOMBARDIA, TABASCO

DESCRIPCION

NOMENCLATURA ALTERNATIVA  
V

PLANTA

ALM. DE NH<sub>3</sub>

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

HOJA

DE

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

JUNIO, 82

REV.

CHECADOR

FECHA

REV.

CHECADOR

FECHA

REV.

CHECADOR

FECHA

BHP = POTENCIA DE BOMBAS

CP = CAPACIDAD CALORIFICA

D = DIAMETRO DE SALCHICHAS

L = LONGITUD DE SALCHICHAS

M = MASA DE VAPOR DE ALIMENTOS

P<sub>o</sub> P<sub>deseg</sub> = PRESION DE OPERACION; PRESION DE DESCARGA (DESG); PRESION DE SUCCION (SUCC)P<sub>succ</sub>

Q, Q' = FLUJO MASA/ENERGIA; CALOR EXTRACTADO (PRIMA)

TDH = CARGE DIFERENCIAL TOTAL DE BOMBAS

V = VOLUMEN TOTAL DE ALIMENTOS

ΔT = DECREMENTO DE TEMPERATURA DEL CALIENTE DEL INC SALCHICHAS

ΔP = PERDIDA DE PRESION

ρ = DENSIDAD A PLAZA DE ALMACENAMIENTO



UNIDAD

DESCRIPCION

LOMBARDE TABASCO  
BALANCE EN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO ALT. V

PLANTA

ALM. AMONIACO

PROYECTO NO.

PDA-1980-001

AREA

HOJA

DE

DEPTO.

PROLECO

CALCULO

JMA

APROBO

FECHA

MARZO, 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

a) DATOS:

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO = 10°C

∴ PRESION DE ALMACENAMIENTO = 19.85 kg/cm<sup>2</sup>A

$$P = 579.5 \text{ kg/m}^2$$

AISLAMIENTO = NINGUNO

$$\text{MASA} = 3500000 \text{ kg}$$

b) TAMAÑO DE SALCHICHAS: (M-102-... 738)

$$\text{VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO} = \frac{3500000}{579.5} = 6039.69 \text{ m}^3$$

$$\text{VOLUMEN DE RECIPIENTE} = \frac{6039.69}{6.85} = 881.57 \text{ m}^3$$

$$n \approx 7106 \text{ m}^3$$

SE CONSIDERARA  $\frac{L}{D} = 5$  (RICHARDSON DIV. 100, SEC 340-3 P. 1 y 345 P. 1)

Y UN CILINDRO CIRCULAR RECTO

EL TAMAÑO COMERCIAL DE ESTOS RECIPIENTES ES

$$144" \phi \times 60' \text{ (24M)} = 110 (3.66 \text{ m } \phi \times 18.3 \text{ m}) *$$

$$V = \frac{\pi}{4} (3.66)^2 \times 18.3 = 192.5 \text{ m}^3$$

$$\text{DE ESTA FORMA: } \frac{7106 \text{ m}^3}{192.5 \text{ m}^3} = 37 \text{ SALCHICHAS}$$

ESPESOR DE PARED CUERPO = 1" } A-515-20 \*  
 TAPAS = 1/2" }  
 HEMISFERIOS TOTALMENTE RADIOGRAFIADO

c) COMPRESORES REQUERIDOS: NINGUNO

\* RICHARDSON DIV. 100 SEC. 340 3 P. 1 y SEC. 345 P. 1



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ALMA:  
CENAMIENTO DE AMANIAS: ALT. II

PLANTA

ALM DE AMANIAS

DEPTO.

PROCESO

PROYECTO NO.

PAA-1987-001

CALCULO

JMR

AREA

APROBO

HOJA

DE

FECHA

2

3

MARZO, 1987

REV.

CHECADOR

FECHA

REV.

CHECADOR

FECHA

REV.

CHECADOR

FECHA

## D) BOMBAS DE CARGA DE SALCHICHAS: (BA-101 A/B)

$$Q = 40000 \text{ kg/hr} * \frac{1}{5795 \text{ kg/m}^3} * 4.4 \frac{\text{GPM}}{\text{m}^3/\text{hr}} = 303.7 \text{ GPM}$$

$$P_{\text{CARGA TANQUE}} = 15.85 \text{ kg/m}^2 \text{A} = 225.4 \text{ psia} = 898.5 \text{ FE}$$

$$\Delta P_{\text{COLUMNA}} = 2 \text{ m} = 6.56 \text{ FE}$$

$$-(\Delta P_{\text{FRICCION}}) = 0.1 \Delta P_{\text{col}} = -0.66 \text{ FE}$$

$$P_{\text{SUCCION}} = 904.38 \text{ FE}$$

$$P_{\text{TERMINAL}} = 898.5 \text{ FE}$$

$$\Delta P_{\text{COLUMNA}} = 8 \text{ m} = 26.25 \text{ FE}$$

$$\Delta P_{\text{FRICCION}} = 0.1 \Delta P_{\text{col}} = 2.63 \text{ FE}$$

$$P_{\text{DESCARGA}} = 927.38 \text{ FE}$$

$$TDH = \frac{P_{\text{DESC}} - P_{\text{SUCC}}}{\rho} = 927.38 - 904.38 = 23 \text{ FE}$$

$$\text{APROXIMACION A } 5' = 25 \text{ FE}$$

$$BHP = \frac{TDH \cdot Q \cdot \rho g}{3960 \eta} = \frac{25 * 303.7 * 1.2 * 0.5725}{3960 * 0.4}$$

$$BHP = 3.07 \text{ POT NOTAR } \underline{5 \text{ HP}}$$

## E) BOMBAS DE DESCARGA DE SALCHICHAS: (BA-105 A/B)

$$Q = 7000 \text{ kg/hr} * \frac{1}{5795 \text{ kg/m}^3} * 4.4 \frac{\text{GPM}}{\text{m}^3/\text{hr}} = 53.15 \text{ GPM}$$

$$P_{\text{SALCHICHA}} = 898.5 \text{ FE}$$

$$\Delta P_{\text{COLUMNA}} = 6.56 \text{ FE}$$

$$\Delta P_{\text{FRICCION}} = 0.1 \Delta P_{\text{col}} = -0.66 \text{ FE}$$

$$P_{\text{SUCCION}} = 904.4 \text{ FE}$$



UNIDAD

LOMBARDI, TABOSCO

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ALMA-  
CENAMIENTO DE ANONIALES ALT. IV

PLANTA

ALM. DE ANONIALES

PROYECTO NO.

PAD-1980-001

AREA

HOJA

DE

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

MARZO, 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

CASO 1: DESCARGA A LIB

$$P_{FINAL} = 20 \text{ kg/cm}^2 = 289.46 \text{ psia} = 113.4 \text{ FE}$$

$$\Delta P_{columna} = \rho_{m} = 26.25 \text{ FE}$$

$$\Delta P_{friccion} = 0.1 \Delta P_{col} = 2.63 \text{ FE}$$

$$\Delta P_{canal} = 10 \text{ psi} = 39.16 \text{ FE}$$

$$\frac{P_{desc}}{P} = \frac{1202.79 \text{ FE}}{P}$$

CASO 2: RECIRCULACION A SALCHICHAS

$$P_{FINAL} = 22.5 \text{ kg/cm}^2 = 898.5 \text{ FE}$$

$$\Delta P_{columna} = \rho_{m} = 26.25 \text{ FE}$$

$$\Delta P_{friccion} = 0.1 \Delta P_{col} = 2.63 \text{ FE}$$

$$\frac{P_{desc}}{P} = \frac{427.38 \text{ FE}}{P}$$

CRITICO:

$$TDH = 1202.7 - 104.4 = 298.34 \text{ FE} \rightarrow 30 \text{ DEF}$$

$$BHP = \frac{300 \times 58.15 \times 1.2 \times 0.5795}{3960 \times 0.6} = 4.67$$

POT. MOTORA = 5 HP

1.) SISTEMAS DE REFRIGERACION: (UR-201)

SE REQUERIRA UN SISTEMA DE REFRIGERACION ADICIONAL PARA ENFRIAR LA DESCARGA DE LAS BOMBAS A LA TEMPERATURA ADECUADA EN LIB PUES CON AGUA DE ENFRIAMIENTO NO ES POSIBLE

$$Q = m (p \Delta T) = 7000 \text{ kg/hr} \times 1.2 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} (40 - 15)$$

$$Q = 323400 \frac{\text{kcal}}{\text{hr}} \approx 642 \text{ Tons RCF}$$

**B.- CALCULOS ALTERNATIVA VI**





UNIDAD

LONGBARDA TABASCO

DESCRIPCION

NOMENCLATURA CALCULOS  
DE ALTERNATIVA III

PLANTA

ALM. DE ANONIAO

DEPTO

PROCESO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

CALCULO

JMR

AREA

APROBO

HOJA

DE

FECHA

ENERO, 1983

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

 $A$  = AREA $a_s$  = ABSORTIVIDAD $C_s$  = COEFICIENTE DE RADIAION SOLAR $D$  = DIAMETRO $E_s$  = EMISIVIDAD

$h_{acero}$ ,  $h_f$  = COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CALOR DEL ACERO (ACERO);  
 $h_L$ ,  $h_v$  = COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CALOR DEL AIRE (AIR) -  
VELOCIDAD (A); ENTALPIA DE ALIMENTACION (E); DE LI-  
QUIDO DE SALIDA (L); DEL VAPOR (V)

 $K_{acero}$  = CONDUCTIVIDAD TERMICA DEL ACERO

$Q$  y  $q_k$  y  $q_s$  = CARGA TERMICA; CALOR CONDUcido AL INTERIOR DE LA  
ESFERA ( $Q$ ); CALOR POR RADIAION SOLAR ( $q_s$ ); CALOR  
 $q_k$  y  $q_c$  y  $q_r$  = DE LONGITUDION ( $q_k$ ); CALOR DE CONVECCION ( $q_c$ );  
CALOR DE RADIAION ( $q_r$ ); CALOR QUE ENTRA A LA  
 $q_{int}$  y  $q_{out}$  SUPERFICIE (INT); CALOR QUE SALE DE LA SUPER-  
FICIE (OUT)

$t$  y  $t_{0H}$  y  $t_{int}$  = ESPESOR DE PLACA; CARGA DIFERENCIAL (D.H); TEM-  
PERATURA DEL INTERIOR DE LA ESFERA (INT); TEM-  
 $t_{out}$  y  $t_s$  PERATURA DEL AIRE (AIR); DE SUPERFICIE (S)

 $U_{ko}$  = COEFICIENTE TOTAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR ( $U_{ko}$ ) $V$  = FLUJO DE VAPOR



UNIDAD

LOMBARD TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO ALT. II

PLANTA

ALM. DE AMONIACO

PROYECTO NO.

PAA-1983-001

AREA

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMA

APROBO

HOJA

DE

FECHA

1

5

ENERO 1983

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

PARA ESTE SISTEMA LAS CONDICIONES DE EQUILIBRIO SERAN LAS INDICADAS PARA LA ALTERNATIVA II PUESTO QUE NO EXISTE NINGUN CIRCUITO DE REFRIGERACION QUE MANTENGAN LA PRESION Y TEMPERATURA INDICADAS EN LAS BASES DE DISEÑO, DENTRO DEL RECIPIENTE:

DE ESTA FORMA:

a) CALCULO DEL DIAMETRO:

DE ACUERDO CON ALT. II:  $D = 24 \text{ m}$

b) CALCULO DE ESPESOR (TE-101)

- FUERA DE CARGA -  
- ASME -

APROXIMANDO CON FINES ESTIMATIVOS MEDIANTE ASME, DE ACUERDO CON b) ALT. II:

$t = 3 \frac{1}{2}''$  PARA CASQUETE SUPERIOR

$t = 7 \frac{1}{2}''$  PARA CASQUETE INFERIOR

ESPESOR PROMEDIO =  $5.36'' = 2.11 \text{ m}$

c) CALCULO BOMBAS DE CARGA ESFERA:

DE ACUERDO CON C DE ALT II:

$TDM = -312.16 \text{ FT}$ : NO REQUIERE BOMBA PARA DESCARGAR LA ESFERA

d) ENERGIAMIENTO DE LA DESCARGA: (UR-103)

COMO SE INDICA PARA ALTERNATIVA II  $Q = 642 \text{ T.R.}$

e) CALCULO BOMBAS DE CARGA DE LA ESFERA

DE ACUERDO CON ALT. II PUNTO E)  $TDM = 95 \text{ FT}$   $\frac{1}{4}$  5 HP POTENCIA



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ALMA-  
CENAMIENTO DE AMONIACO ALT. II

PLANTA

ALM. DE AMONIACO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

HOJA

2

DE

5

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

APROBO

JMR

FECHA

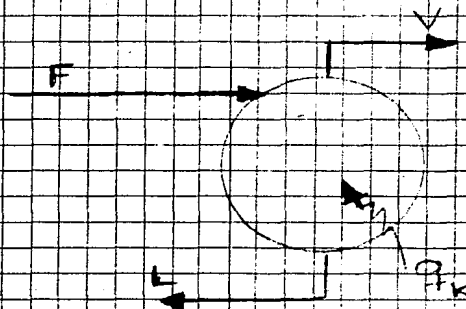
ENERO, 1983

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

### 5.) COMPRESORES

DE ACUERDO CON LO INDICADO EN PROPIEDADES PARA AMONIACO, DEBERIA COLGARSE UN COMPRESOR DE 4 T.R., PERO LA BASE DE ESTA ALTERNATIVA ES ALO RECUPERACION DE AMONIACO, SINO QUEMADO DEL MISMO. POR LO TANTO NO SE PROPONDRAN COMPRESORES.

### 6.) BALANCE



$$T_{int} = 312.16^{\circ}K$$

$$T_{ext} = 313.16^{\circ}K$$

$$H_f = H_L = 0 \quad (\text{Eso lo Referencia})$$

$$E \cdot F + Q_k = H_L \cdot V + H_v \cdot V$$

$$V = \frac{Q_k}{H_v}$$

$$H_v = 400.3 \frac{\text{Ecal}}{\text{kg}} \quad @ \quad 30^{\circ}C = 15.415 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

### 6.1) CALCULO CALOR ABSORBIDO (Q\_k)

- RADIACION SOLAR:

$$G_s = 1099.47 \frac{\text{Ecal}}{\text{h m}^2} \quad (\text{Planos 12-5p.12-2})$$

$$\text{DISCOS: } A = \frac{\pi}{4} D^2 = \frac{\pi}{4} (29)^2 = 452.39 \text{ m}^2$$



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO ALT. II

PLANTA

ALM. DE AMONIACO

PROYECTO NO.

DAA-1980-001

AREA

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

APROBO

JMR

HOJA

3

DE

5

FECHA

ENERO 1983

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$Q_c = E_c = 0.95 \quad (\text{Perry 10-45 STAD}) \quad (\text{MAXIMA})$$

$$Q_s = 10 \times 9.47 \times 0.95 \times 452.39 = 451,031.25 \frac{\text{Kcal}}{\text{HR}}$$

- CALOR DE CONDENSACION:

$$K_{\text{cond}} = 3869 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{hr} \cdot \text{C}^\circ / \text{cm}}$$

$$h_{\text{cond}} = 3869 \times \frac{1}{2.11} = 1833.44 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{hr} \cdot \text{C}^\circ}$$

$$\text{FACTOR DE ENSUCIAMIENTO: } R_d = 0.0002 \frac{\text{hr} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^\circ}{\text{Kcal}}$$

$$\frac{1}{U_{\text{no}}} = \frac{1}{1833.44} + 0.0002 = 0.0007$$

$$U_{\text{no}} = 1341.52 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{hr} \cdot \text{C}^\circ}$$

$$A = \pi D^2 = \pi (24)^2 = 1809.56 \text{ m}^2$$

$$Q_{\text{no}} = 1341.52 \times 1809.56 (T_s - 312.16)$$

$$Q_{\text{no}} = 2,427,560.93 T_s - 757,207,420.3$$

- CALOR DE CONVECCION:

$$h_c = 2.25 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{hr} \cdot \text{C}^\circ} \quad (\text{Perry STD A.10-29})$$

$$A = 1809.56 \text{ m}^2$$

$$Q_c = 1809.56 \times 2.25 (313.16 - T_s)$$

$$Q_c = 1,275,034.07 - A,071.51 T_s$$



UNIDAD

LOMBARDA, YABEJO

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO A 17. III

PLANTA

ALM. DE AMONIACO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

HOJA

4

DE

5

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMA

APROBO

FECHA

ENERO, 1983

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

- CALOR DE ADOLESCENCIA

$$q_A = 4.926 \times 10^8 \text{ kg A T}_S^{\Delta}$$

$$A = \frac{\pi}{2} D^2 = \frac{\pi}{2} (24)^2 = 904.78 \text{ m}^2$$

$$\epsilon_s = 0.8 \text{ (Promo 10-45 SE)} \text{ (MÍNIMA)}$$

$$q_R = 4.926 \times 10^8 \times 0.8 \times 904.78 \times T_S^{\Delta}$$

$$q_R = 3.57 \times 10^5 T_S^{\Delta}$$

BALANCE DE SUPERFICIE:

$$q_s + q_c = q_R - q_{T_0}$$

$$451,031.25 + 1,257,034.07 - 4,071,517 T_S = 3.57 \times 10^5 T_S^{\Delta} +$$

$$2,427,560.93 T_S - 757,767,470.3$$

$$3.57 \times 10^5 T_S^{\Delta} + 2,431,632.94 T_S - 759,495,485.8 = 0$$

UTILIZANDO NEWTON-RAPHSON

$$T_S = 312.20^{\circ} \text{K} = 39.04^{\circ} \text{C}$$

$$q_c = 451,031.25 \text{ kcal/hr}$$

$$q_e = 3,907.23 \text{ kcal/hr}$$

$$q_m = 454,938.48 \text{ kcal/hr}$$

$$q_R = 339,157.75 \text{ kcal/hr}$$

$$q_{T_0} = 115,750.35 \text{ kcal/hr}$$

$$q_{\text{out}} = 454,900.10 \text{ kcal/hr (D. 0.1% ERROR)}$$



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE EN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO A.T. III

PLANTA

ALM. DE AMONIACO

PROYECTO NO.

DAA-1989-001

AREA

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMR

APROBO

HOJA

DE

5

5

FECHA

ENERO, 1989

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$q_f = q_{k0} = 115,750.35 \frac{\text{Kcal}}{\text{HR}}$$

$$V = \frac{115,750.35}{400.3} = 289.49 \frac{\text{kg}}{\text{HR}}$$

DE AMONIACO SE QUEMAN

**H. - BALANCE DE SERVICIOS**



UNIDAD

LOMBARDA TABASCO

DESCRIPCION

NORMA CALIBRA PLANTA  
DE SEGURIDAD

PLANTA

ALM. DE AMONIAS

PROYECTO NO.

PA-1980-021

AREA

HOJA

DE

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

JUNIO 10, 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$A_{M3} \& A_{SV}$  = AREA HUMEDA (M); AREA DE FLUJO VALVULA DE SEGURIDAD (SV)

$C_1 \& C_{PSV}$  = COEFICIENTE DE DESCARGA VALVULA DE SEGURIDAD (1); CAPACIDAD CALORIFICA DEL AGUA (KCAL)

$F$  = FACTOR DE AISLAMIENTO

$H_{ENTRADA} \& H_{SALIDA}$  = ENTALPIA DE ENTRADA A CAMERAS DE (ENTRADA) & SALIDA CAMERAS DE CALIDAD DE CONDENSADO A ENTRADA (ES)

$H_{ES} \& H_{LE}$  = DE CONDENSADO A LA SALIDA (LE)

$K \& K_b$  = CONSTANTE DE

$m$  = NUMERO DE VUELTA

$P \& P_1$  = PRESION - PRESION CORRIENTE ARRIBA DE LA VALVULA (1)  
PESO MOLECULAR (M)

$Q_2 \& Q_{SV}$  = FLUJO DE CALOR - FLUJO DE CALOR EN FUEGO (SV)

$R_2 \& R_E$  = CONSTANTES DE LOS GASES; NUMERO DE REYNOLDS (R)

$T \& T_{SV}$  = TEMPERATURA °; TEMPERATURA DE RESIDUO

$V$  = VOLUMEN

$W_p \& W_v$  = FLUJO - FLUJO VOLUMETRICO (V); FLUJO DE AMONIA  
O (AMONIA); FLUJO PARA VALVULA DE SEGURIDAD (SV)

$W_{AMONIA} \& W_{SV}$

$Z_{SV}$  = FACTOR DE COMPRESIBILIDAD VAPOR EN VALVULA DE VALVULA (SV)

$\Delta P_{100'} \& \Delta P$  = CAIDA DE PRESION POR CIENTO PIES (100'); CAIDA DE PRESION

$\phi$  = DIAMETRO

$\rho$  = DENSIDAD

$\diamond$  = COEFICIENTE DE SERVICIOS (DISEÑO. PAA-CO-CO1-DP)







UNIDAD

LOMBARDA TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE DE SERVICIOS

PLANTA

ALM DE AHS

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

HOJA 2

DE 19

DEPTO.

PROCESOS

CALCULO

CLM

APROBO

FECHA

17-MAYO-1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

- ANTES DE ADICIONAR NITROGENO TENDREMOS EN EL TANQUE TE-101

$$PV = nRT$$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{(1.029 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})(6469.2 \text{ m}^3)}{(0.0847 \frac{\text{kg}}{\text{mol} \cdot \text{K}})(313.16 \cdot \text{K})}$$

$$n = 250.97 \text{ Kg mol} \begin{cases} 75\% \text{ N}_2 = 198.27 \text{ Kg mol} \\ 21\% \text{ O}_2 = 52.70 \text{ Kg mol} \end{cases}$$

- FIJANDO UNA COMPOSICION MINIMA DE O<sub>2</sub> MENOR AL 1% EN MOL PARA SEGURIDAD EN EL ALMACENAMIENTO
- LA ADICION DE N<sub>2</sub> VARIARA LA COMPOSICION DE LA MEZCLA, HASTA ALCANZAR UNA COMPOSICION EN O<sub>2</sub> MENOR AL 1%
- PARA FINES DE CALCULO SUPONEREMOS LA ADICION DE 1000 Kg mol DE N<sub>2</sub> HASTA ALCANZAR LA COMPOSICION DESIADA Y QUE  $\diamond 20 \neq \diamond A$

N <sub>2</sub> ADICIONADO EN LA CORRIENTE EN Kg mol $\diamond 20$	COMPOSICION DE LA MEZCLA		MEZCLA DE SALIDA EN LA CORRIENTE EN Kg mol $\diamond A$	Kg mol EN TE-101
	N <sub>2</sub> % Mol	O <sub>2</sub> % Mol		
0	79	21	0	250.97
100	85	15	100	250.97
100	89.3	10.7	100	250.97
100	92.3	7.7	100	250.97
100	94.5	5.5	100	250.97
100	96.1	3.9	100	250.97
100	97.2	2.8	100	250.97
100	98	2.0	100	250.97
100	98.6	1.4	100	250.97
100	99	1.0	100	250.97
100	99.3	0.7	100	250.97
<hr/>				
1000 Kg mol				



UNIDAD	PLANTA	DEPTO.
LOMBARDA INBASCO	ALM. DE NH <sub>3</sub>	PROCESOS
DESCRIPCION	PROYECTO NO.	CALCULO
BALANCE DE SERVICIOS	2AA-1980-001	014
	AREA	APROBO
	HOJA 3 DE 19	FECHA
		19-Mayo-81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

- CON BASE A LA COMPOSICION MINIMA DE O<sub>2</sub> REQUERIDA, DE LA TABLA ANTERIOR SE DETERMINA UNA ADICION DE 1000 Kg/mol DE NITROGENO

- LO CUAL ES EQUIVALENTE A:

$$W = 1000 \text{ Kg/mol} \times \frac{28 \text{ Kg}}{\text{Kg/mol}} = 28.000 \text{ Kg de N}_2$$

- LAS CONDICIONES EN CANTENA DEL N<sub>2</sub> SON:

$$P = 4 \text{ Kg/mm}^2 \quad T = 40^\circ\text{C} = 313.16^\circ\text{K}$$

- POR LO QUE LA DENSIDAD SERA

$$\rho = \frac{P \cdot M}{R \cdot T} = \frac{(5.029 \frac{\text{Kg}}{\text{mm}^2 \cdot \text{a}}) (28 \frac{\text{Kg}}{\text{Kg/mol}})}{(0.0847 \frac{\text{Kg}}{\text{mm}^2 \cdot \text{K}}) (313.16^\circ\text{K})}$$

$$\rho = 5.31 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

- POR LO QUE ERA NECESARIO ADICIONAR

$$WV = \frac{(28.000 \text{ Kg})}{5.31 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}} = 5273.07 \text{ m}^3$$

- FIJANDO UN DIAMETRO PARA LA TUBERIA DE ALIMENTACION DE 1 1/2" DEL LUDWIG I: "APPLIED PROCESS DESIGN FOR CHEMICAL AND PETROCHEMICAL PLANTS" VOLUME 1 TABLE 2-6 FLOW OF AIR THROUGH SCHEDULE 40 PIPE PAGE 66 Y DE ACUERDO A NUESTRO CRITERIO DE DISEÑO

$$\frac{AP}{100} < \frac{1 \text{ lb}}{\text{min}}$$

- TENEMOS QUE PARA UN  $\frac{AP}{100} = 0.937 \frac{\text{lb}}{\text{min}}$

EL FLUJO VOLUMETRICO DE AIRE COMPRIMIDO A 60°F Y 100 lb/mm<sup>2</sup> ES IGUAL A:

$$WV = 25.63 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$$

- CORREGIENDO PARA LAS CONDICIONES DE ALIMENTACION

NOTAS:

\* DETERMINADA POR LA PRESION DE DISEÑO DE TE-101



UNIDAD

LOMBARDO TABASCO  
DESCRIPCION BALANCE DE SERVICIOSPLANTA  
ALM. DE N<sub>2</sub>H<sub>2</sub>  
PROYECTO NO.  
PAA-1980-001  
AREA  
HOJA 4 DE 19DEPTO.  
PROCESOS  
CALCULO  
ALH  
APROBO  
FECHA  
20-MAYO-1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$WV = 25.63 \frac{11^{\circ}}{\text{min}} \left( \frac{100+14.7}{14.7+P} \right) \left( \frac{460+t}{520} \right)$$

$$P = 9 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \text{ man.} = 56.89 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \text{ man.}$$

$$t = 90^{\circ}\text{C} = 194^{\circ}\text{F}$$

$$WV = 25.63 \frac{11^{\circ}}{\text{min}} \left( \frac{114.7}{14.7+56.89} \right) \left( \frac{460+104}{520} \right)$$

$$WV = 44.54 \frac{11^{\circ}}{\text{min}} = 75.67 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

- LO QUE IMPLICA UN TIEMPO DE BARRIDO DE

$$\Theta = \frac{5273.07 \text{ m}^3}{75.67 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 69.69 \text{ h}$$

- CONSIDERANDO 16 h DE OPERACION POR DIA

$$\Theta = 69.69 \text{ h} \times \frac{\text{DIA}}{16 \text{ h}} = \underline{\underline{4.36 \text{ DIAS DE OPERACION}}}$$

$$W = \frac{28.000 \text{ Kg}}{69.69 \text{ h}} = 401.78 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

$$\langle 20 \rangle = 401.78 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

b) CALCULO DE LA CORRIENTE  $\langle 25 \rangle$

- SUPONEMOS QUE EL FLUJO DE NITROGENO ALIMENTADO POR LA CORRIENTE  $\langle 25 \rangle$  ES IGUAL AL FLUJO DE SALIDA DE LA MIERZA DE LA CORRIENTE  $\langle 8 \rangle$



UNIDAD

LOMBARDA TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE DE SERVICIOS

PLANTA

ALM. DE NH<sub>3</sub>

PROYECTO NO.

PAE - 1990-001

AREA

HOJA 5

DE 19

DEPTO.

PROCESOS

CALCULO

Q L H

APROBO

FECHA

24-Mayo-1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
------	----------	-------	------	----------	-------	------	----------	-------

- ANTES DE LEVANTAR NITROGENO + ENDREMO EN EL TANQUE TH-213

TH-213

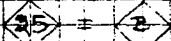
$$V = \frac{PV}{PT} = \frac{(1027 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}) (5 \text{ m}^3)}{(102727 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}) (313.16^\circ \text{K})}$$

$$V = 0.1940 \text{ Kg mol} \begin{cases} - 79\% \text{ N}_2 = 0.1533 \text{ Kg mol} \\ - 21\% \text{ O}_2 = 0.0407 \text{ Kg mol} \end{cases}$$

- FIJANDO UNA COMPOSICION MINIMA DE O<sub>2</sub> MEDIDA A 1% EN MOL POR SER PUNTO DE OPERACION

- LA ADICION DE N<sub>2</sub> VERIFICA LA COMPOSICION DE LA MEZCLA HASTA ALCANZAR UNA COMPOSICION EN O<sub>2</sub> MEDIDA A 1%

- PARA FINES DE CALCULO SUPONEREMOS LA ADICION DE 1 Kg mol DE N<sub>2</sub> HASTA ALCANZAR LA COMPOSICION DESEADA Y QUE



N <sub>2</sub> ADICIONADO EN LA CORRIENTE EN Kg mol	COMPOSICION DE LA MEZCLA		MEZCLA DE SALIDA EN LA CORRIENTE EN Kg mol	Kg mol EN TH-213
	% N <sub>2</sub>	% O <sub>2</sub>		
0	79	21	0	0.1940
0.1	86.1	13.9	0.1	0.1940
0.1	92.9	7.1	0.1	0.1940
0.1	94.0	6.0	0.1	0.1940
0.1	96.0	4.0	0.1	0.1940
0.1	97.4	2.6	0.1	0.1940
0.1	98.3	1.7	0.1	0.1940
0.1	98.9	1.1	0.1	0.1940
0.1	99.2	0.8	0.1	0.1940

0.3 kg mol



UNIDAD

LOMBARDI + LERISO

DESCRIPCION

BALANCE DE SERVICIO

PLANTA

ANH DE NH3

PROYECTO NO.

2AA-1980-001

AREA

HOJA 6

DE 19

DEPTO.

PROCESOS

CALCULO

3LH

APROBO

FECHA

24-Mayo-81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

- CON BASE A LA COMPOSICION MINIMA DE O2 REQUERIDA, DE LA TABLA ANTERIOR SE DETERMINA UNA ADICION DE 0.3 kg/mol DE NITROGENO

- LO CUAL ES EQUIVALENTE A:

$$W = 0.3 \text{ kg/mol} \times \frac{28 \text{ kg}}{\text{kg/mol}} = 22.4 \text{ kg DE } N_2$$

- LAS CONDICIONES DE ENTRADA DEL N2 SON

$$P = 1 \text{ kg/mm}^2 \quad T = 40^\circ\text{C} = 313.16^\circ\text{K}$$

- POR LO QUE LA DENSIDAD SERIA

$$\rho = \frac{PM}{RT} = \frac{(2.029 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}) (28 \frac{\text{kg}}{\text{kg/mol}})}{(0.0847 \frac{\text{kg}}{\text{kg mol} \cdot \text{K}}) (313.16^\circ\text{K})}$$

$$\rho = 5.31 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

- POR LO QUE SERA NECESARIO ADICIONALES

$$W_v = \frac{22.4 \text{ kg}}{5.31 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 4.22 \text{ m}^3$$

- FIJANDO UN DIAMETRO PARA LA TUBERIA DE ALIMENTACION DE 1" DEL LUDWIG F. "APPLIED PROCESS DESIGN FOR CHEMICAL AND PETROCHEMICAL PLANTS" VOLUME 1 TABLE 2-6 FLOW OF AIR THROUGH SCHEDULE 40 PIPE PAGE 66 Y DE ACUERDO A NUESTRO CRITERIO SE TIENE  $\frac{100}{100} \times \frac{11.2 \text{ mm}}{\text{mm}}$

$$\text{- TENIENDO EN CUELA UN } AP = 0.319 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

EL FLUJO NO. INTERIOR DE AIRE COMPRIMIDO A 60°F Y 100 lb/mm<sup>2</sup> ES IGUAL A:

$$W_v = 7.69 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$$

- CORREGIENDO PARA LAS CONDICIONES DE ALIMENTACION

D0+45

\* PRESION DE ALIMENTACION SE DETERMINA POR T.C. 101



UNIDAD

LONZARDA TABLONES

DESCRIPCION

BARRAJE DE SERVICIOS

PLANTA

ALH DE NH<sub>2</sub>

PROYECTO NO.

PAA - 1980 - 001

AREA

HOJA 7

DE 19

DEPTO.

PROCESOS

CALCULO

ALH

APROBO

FECHA

24-Mayo-1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$WV = 7.69 \frac{m^3}{mm} \left( \frac{100 + 14.7}{14.7 + P} \right) \left( \frac{460 + t}{520} \right)$$

$$P = 4 \frac{kg}{cm^2} \text{ man} = 56.33 \frac{kg}{m^2} \text{ man}$$

$$T = 40^\circ C = 104^\circ F$$

$$WV = 7.69 \frac{m^3}{mm} \left( \frac{114.7}{14.7 + 56.33} \right) \left( \frac{460 + 104}{520} \right)$$

$$WV = 13.36 \frac{m^3}{mm} = 22.7 \frac{m^3}{h}$$

- LO QUE IMPULSA UN TIEMPO DE BARRIDO

$$\Theta = \frac{4.22 \frac{m^3}{h}}{22.7 \frac{m^3}{h}} = 0.19 \text{ h} = 11.15 \text{ min}$$

$$W = \frac{22.4 \text{ Kg}}{0.19 \text{ h}} = 117.89 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

$$\diamond 25 = 117.89 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

c) CALCULO DE LA CORRIENTE  $\diamond 4$

$$\diamond 4 = \diamond 20 + \diamond 25$$

$$\diamond 4 = 401.78 + 117.89 = 519.67 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \text{ N}_2$$

d)  $P = 4 \frac{kg}{cm^2} \text{ man}$  y  $T = 40^\circ C = 313.16^\circ K$

QUE SERIA MANTENIDO CON UN CARGAL DE 1 1/2", Alim = 1.1 psim



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE DE SERVICIOS

PLANTA

ALH. DE NH3

PROYECTO NO.

PA4-1980-001

AREA

HOJA 8

DE 19

DEPTO.

PROCESOS

CALCULO

C. B. H.

APROBO

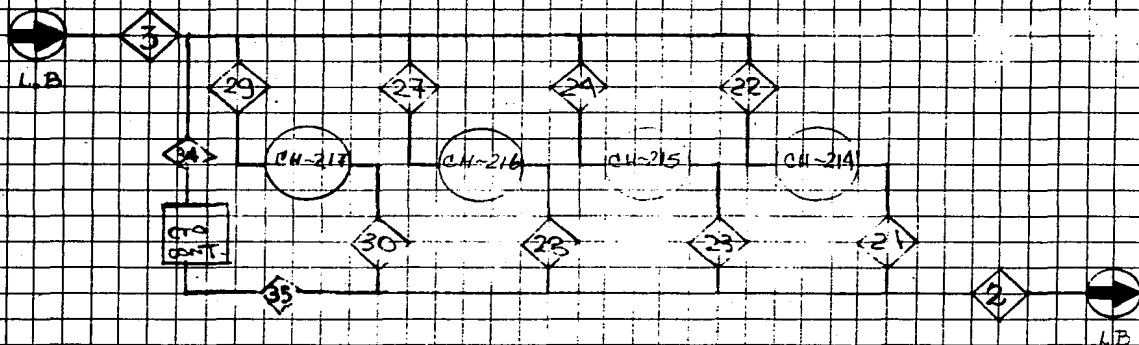
FECHA

26-Mayo-1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

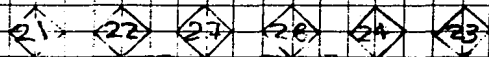
## II - BALANCE DE AGUA DE ENFRIAMIENTO (AES Y AER)

SERVICIO - MEDIO ENFRIANTE DE LOS CAMBIADORES: CH-214;  
CH-215; CH-216 Y CH-217 ASÍ COMO DE LA LINEA DE LA CUARTA DE CONTROL



CASO DE OPERACION III

a) CALCULO DE LAS PERDIDAS



DEL BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA

$$H_{ENTRADA} = 468.35 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}}$$

$$H_{SALIDA} = 159.34 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}}$$

$$W_{CONDENSADO} = 2757.57 \text{ kg}$$

$$Q_{D. AGUA} = 1 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

- DE BASES DE DISEÑO  $\Delta T_{AGUA} = 10^\circ\text{C}$

- EL CALOR POR DISIPAR SERA

$$Q = 1'927,361,7 \text{ Kcal/HR}$$

CASO OP. I } CH-214/215

$$Q = 2'091,616,5 \text{ Kcal/HR}$$

CASO OP. II }

$$Q = 47,543,24 \text{ Kcal/HR}$$

CASO OP. III } CH-216





UNIDAD

LOMBARDA TABASCO  
DESCRIPCION  
BALANCE DE SERVICIOS

PLANTA

ALM. DE NH<sub>3</sub>

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

HOJA 9

DE 19

DEPTO.

PROCESOS

CALCULO

C.L.H

APROBO

FECHA

26-Mayo-1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
------	----------	-------	------	----------	-------	------	----------	-------

— EL FLUJO DE AGUA ES:

CASO OP I:  $W_{AQ} = \frac{192,736.1 \text{ Kg/HR}}{2(\text{COND})} = 96.35 \text{ m}^3/\text{HR}$

CASO OP II:  $W_{AQ} = \frac{209,161.85 \text{ Kg/HR}}{2(\text{COND})} = 104.58 \text{ m}^3/\text{HR}$

CASO OP III:  $W_{AQ} = 11,985 \text{ Kg/HR} = 11.90 \text{ m}^3/\text{HR}$

DE ESTA FORMA

CORRIENTE	CASO OP. I	CASO OP. II	CASO OP. III
◀21>=◀22>	96.35 m <sup>3</sup> /HR	104.58 m <sup>3</sup> /HR	104.58 m <sup>3</sup> /HR
◀23>=◀24>	96.35 m <sup>3</sup> /HR	104.58 m <sup>3</sup> /HR	104.58 m <sup>3</sup> /HR
◀27>=◀28>	11.90 m <sup>3</sup> /HR	11.90 m <sup>3</sup> /HR	11.90 m <sup>3</sup> /HR

CH-214 }  
CH-215 }

CH-216 DEBEN PERMANECER CON AGUA CIRCULANDO EN CUALQUIERA DE LOS TRES CASOS

2) CALCULO DE LAS CORRIENTES ◀29> ◀30>

— EL CAMBIADOR CH-217 ENTREGA CONDENSADO DE NH<sub>3</sub> PARA EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LOS COMPRESORES 20-201 Y 20-202/205



UNIDAD

LOMBARDA TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE DE SERVICIOS

PLANTA

ALM. DE NH3

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

HOJA 10

DE 19

DEPTO.

PROCESOS

CALCULO

C. H. H.

APROBO

FECHA

28-IV-80-1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

- SUPONIENDO UN FLUJO DE CONDENSADO DE 4.5 GAL/min PARA CADA ETAPA DEL COMPRESOR\*

$$W = 4.5 \frac{\text{GAL}}{\text{min}} \times 2 \text{ ETAPAS} \times 4 \text{ COMPRESORES} \times 3.785 \frac{\text{L}}{\text{GAL}} \times 1 \text{ Kg} \times 1 \text{ h}$$

$$W = 8.175.6 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

- LAS CONDICIONES DE ENTRADA DEL CONDENSADO SON:

CONDENSADO DE BAJA PRESION: (CONSIDERANDO LAS PERDIDAS EN LINEAS Y TRAMPAS DE VAPORES)

ENTRADA:  $T = 152.22^\circ\text{C}$   $P = 4.2 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$  man

$$H_{15} = 153.61 \frac{\text{KCAL}}{\text{Kg}}$$

AP ENCARGAMIENTO 0.7  $\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$  (10.7)

SALIDA:  $T = 53.22^\circ\text{C}$   $P = 2.5 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$  man

$$H_{53} = 53.53 \frac{\text{KCAL}}{\text{Kg}}$$

- EL CALOR POR DISIPAR SERA:

$$Q = W (H_{15} - H_{53})$$

$$Q = 8,175.6 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} (153.61 - 53.53) \frac{\text{KCAL}}{\text{Kg}}$$

$$Q = 776,327.27 \frac{\text{KCAL}}{\text{h}}$$

- EL FLUJO DE AGUA DE ENFRIAMIENTO SERA:

$$W = \frac{Q}{C_p \Delta T}$$

$$\Delta T = 10^\circ\text{C} \text{ (BASES DE DISEÑO)}$$

NOTAS:

\* POR RECOMENDACION DEL PROVEEDOR DE EQUIPO (COPPEL)



UNIDAD

LOMBARDA TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE DE SERVICIOS

PLANTA

ALM. DE NH<sub>3</sub>

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

HOJA

11

DE 19

DEPTO.

PROCESOS

CALCULO

CLM

APROBO

FECHA

28 MAYO 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$W = \frac{776.92727 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}{1 \frac{\text{kg}}{\text{kg}} (100\%)} = 77,692.73 \frac{\text{kg}}{\text{HR}}$$

$$\diamond 29 = \diamond 30 = 77,692.73 \text{ kg/HR} = 77.7 \text{ m}^3/\text{HR}$$

SE SUMINISTRARA CONDENSADO FRIO A TODAS LAS ETAPAS AUNQUE SE ENCUENTRE PARADO CUALQUIER COMPRESOR, CON EL FIN DE NO TENER CONDENSACION

EN LAS PISTONES

$$\diamond 35 = \diamond 34 = 20 \text{ GPM} = 4.5 \text{ m}^3/\text{HR} \quad \text{POR RECOMENDACION DE PROVEEDOR UNA}$$

$$\text{ASI: } \diamond 2 = \diamond 3 = \diamond 34 + \diamond 29 + \diamond 27 + \diamond 24 + \diamond 22$$

$$\diamond 2 = \diamond 3 = 77.7 + 96.35 + 96.35 + 11.90 + 4.5 = 286.8 \frac{\text{m}^3}{\text{HR}} \text{ OP. I}$$

$$\diamond 2 = \diamond 3 = 77.7 + 104.58 + 104.58 + 11.90 + 4.5 = 303.26 \frac{\text{m}^3}{\text{HR}} \text{ OP. II}$$

$$\diamond 2 = \diamond 3 = 77.7 + 104.58 + 104.58 + 11.90 + 4.5 = 303.26 \frac{\text{m}^3}{\text{HR}} \text{ OP. III}$$

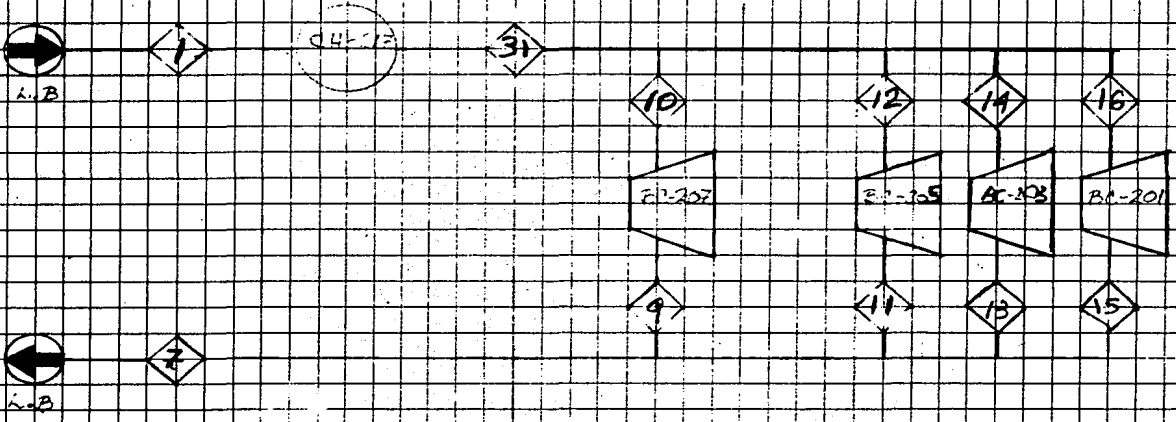


UNIDAD	PLANTA	DEPTO.
CONCRETA TABLERO	LIN DE NH3	PROCESOS
DESCRIPCION	PROYECTO NO.	CALCULO
BALANCE DE SERVICIOS	PA-1980-001	C.L.H
	AREA	APROBO
	HOJA 12 DE 19	FECHA
		2 JUNIO - 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

III - BALANCE DE CONEXIONES (CRA)

SERVICIO: ENRIAMIENTO/CALENTAMIENTO DE CHAQUEAS DE LOS COMPLES -  
SOPRES BC-201, BC-202/205 y BC-207



- LOS COMPLES EN INTERVENCIÓN SON: BC-201 y BC-203 y BC-205, BC-207 NO ESTÁN OPERANDO
- POR RECOMENDACIÓN DE LA FABRICANTE SE RECOMIENDA UN FLOW DE 4.5 GAL PARA CADA ETAPA DEL DISEÑO MIN.

$$1 = 31 = 10 + 12 + 14 + 16$$

$$7 = 9 + 11 + 13 + 15$$

$\dot{V} = 95 \frac{\text{gal}}{\text{min}} \times 2.31 \frac{\text{ft}^3}{\text{gal}} \times 4 \text{ COMPRESORES} \times 2.31 \frac{\text{ft}^3}{\text{gal}} \times 1.2 \frac{\text{ft}^3}{\text{min}}$

$$W = 3175.6 \frac{\text{ft}^3}{\text{min}}$$

POR COMPRESOR SERA

$$W = 2,043.9 \frac{\text{ft}^3}{\text{min}}$$



UNIDAD

LOMBARDA - APUSCO

DESCRIPCION

BALANZO DE SERVICIOS

PLANTA

ALH DE NH<sub>3</sub>

PROYECTO NO.

PLA-1990-001

AREA

HOJA 13 DE 19

DEPTO.

PROCESOS

CALCULO

C.H.

APROBO

FECHA

9 - JUNIO - 81

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$\diamond 12 - \diamond 14 - \diamond 16 = 2,043.9 \text{ kg}$$

$$\diamond 10 - \diamond 9 = 2,043.9 \text{ kg} \quad (\text{20\% DE TIERRA DE OPERACION EN CASOS I Y II})$$

$$\diamond 30 - \diamond 1 - \diamond 7 = 8,175.6 \text{ kg/hr} \quad \text{TOMAR LOS CASOS DE OPERACION}$$

EN LOS TIRES CASOS DE OPERACION  
ALGUN MENSAJE DEL TRAMPA DEL CABLEAL DE VUELTA SE  
REGRESABA ATRAVES DEL CABLEAL DE LANDEADO DE  
RETORNO



UNIDAD

LOMBAZA TILASCO  
DESCRIPCION PALABRE DE SERVICIOS

PLANTA

L.I. DE N.H.S

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

HOJA 14 DE 19

DEPTO.

Procesos

CALCULO

C.H.H

APROBO

FECHA

10-JUNIO-1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

IV. VAPOR BAJA PRESION (5.3 Kg/cm<sup>2</sup> M, SATURADO) (VBF)

SERVICIOS: LIMPIEZA, SEGURIDAD, ETC. SUMINISTRO EN ESTACION DE SERVICIOS

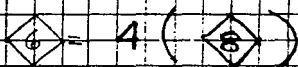


INST #1

INST #2

INST #3

INST #4



CONDICIONES DE ALIMENTACION DEL VAPOR

P = 5.3 Kg/cm<sup>2</sup>

T = 154°C

PROPIEDADES:

$\rho = 2.207 \text{ kg/m}^3$   $W = 3.2518 \text{ kg/m}^3$

SE CONSIDERABAN CUATRO SERVICIOS DE SERVICIO FUNCIONANDO SIMULTANEAMENTE PARA CALCULO DEL CABEZAL Y LAS LINEAS DE 1" POR SERVICIO

$W = 43.65 \text{ kg/hr}$

$D = 1"$

$W = 110 \text{ kg/hr} \approx 50 \text{ kg/hr}$

$R = 42, 983$

$DP_{100} = 0.94 \text{ psi/100'}$

$\diamond 8 = \diamond 17 = \diamond 18 = \diamond 32 = 50 \text{ kg/hr}$

$\diamond 6 = 200 \text{ kg/hr}$

PARA CABEZAL:

$W = 62.6 \text{ kg/hr}$

$D = 1 1/2"$

$W = 2.09 \text{ kg/hr}$

$R = 115, 200$

$DP_{100} = 0.96$



UNIDAD  
**LOMBARDA, TABASCO**  
 DESCRIPCION  
**BALANCE DE SERVICIOS**

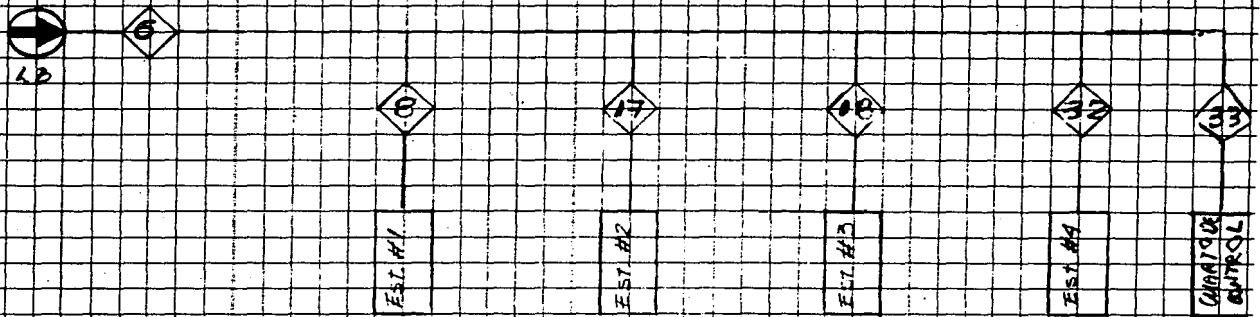
PLANTA  
**ALM. DE AMONIA**  
 PROYECTO NO.  
**PA-1980-001**  
 AREA  
 HOJA **15** DE **19**

DEPTO.  
**PROCESO**  
 CALCULO  
**JMR**  
 APROBO  
 FECHA  
**10 JUNIO 1981**

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

V - AGUA DE SERVICIOS (ADS)

SERVICIO: SUMINISTRO EN CANTIDAD DE SERVICIOS Y CUARTO DE CONTROL



SE CONSIDERARAN LINEAS DE 1" Ø Y PARA DISEÑO DEL CABLEZAL (UNIONANOS) DOS ESTACIONES DE SERVICIO

SIMULTANEAMENTE DE CRANE TECH. PAPER NO. 410 p. B-14

FLUJO = 8 GPM       $V = 2.97 \text{ FT/SEC} = 0.905 \text{ m/seg}$   
 DISEÑO =  $1.8 \text{ m}^3/\text{HR}$        $\Delta P_{100} = 1.99 \text{ PSI} \cdot 100' \cdot 1.2 = 2.4 \text{ PSI} \cdot 100'$

ASI       $\diamond 6 - \diamond 17 - \diamond 18 - \diamond 32 = 1.8 \text{ m}^3/\text{HR}$

Y LA CORRIENTE  $\diamond 6 = 16 \text{ GPM} = 3.6 \text{ m}^3/\text{HR}$

PARA CUARTO DE CONTROL SE CONSIDERARA UN CONSUMO DE 150 L/DIA (0.10 GPM/HR) POR PERSONA (DE DATOS PROPORCIONADOS POR SAH)

SUPONIENDO DOS OPERADORES Y UN JEFE DE TURNO (100 L/DIA)

$\diamond 33 = 0.019 \text{ m}^3/\text{HR} \approx 0.02 \text{ m}^3/\text{HR}$

CABLEZAL DE  
 $1/2" \text{ P.U.} = 230 \text{ PSI/SEC}$   
 $= 0.72 \text{ m/SEC}$   
 $\Delta P_{100} = 0.755 \text{ PSI} \cdot 100'$   
 $= 0.906 \text{ PSI} \cdot 100'$



UNIDAD

LAMPARDA, TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE DE SERVICIOS

PLANTA

ALM. DE AMONIAO

PROYECTO NO.

PAA-1983-001

AREA

HOJA

16

DE 19

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

10 JUNIO 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

## VI AIRE DE SERVICIOS (ASE)

SERVICIO: SUMINISTRO EN ESTACION DE SERVICIOS Y CUARTO DE CONTROL



L.P.



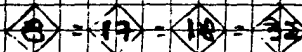
EST. #1

EST. #2

EST. #3

EST. #4

CUARTO DE CONTROL



SE CONSIDERARAN LINEAS DE 1"ØY PARA DICENSO DEL CABEZAL, FUNCIONANDO DOS ESTACIONES DE SERVICIO SIMULTANEAMENTE.

DE CRANA TACH. PAPER No. 410" P. B-15

FLUJO = 70 SCFM  
 PUEBLO = 1.98 SCMM

$$\Delta P_{100} = 1.1 * 1.2 = 1.32 \text{ PSI} - 100'$$

$$\text{ASI } \diamond 8 - 17 - 18 - 32 - 33 = 1.985 \text{ SCMM} \approx 119.90 \text{ SCMT}$$

$$\therefore \text{CORRIENTE } \diamond 8 = 140 \text{ SCFM} = 3.96 \text{ SCMM} \approx 238.00 \text{ SCMM}$$

$$(C_{D_{100}} = 0.537 * 1.2 = 0.644 \text{ PSI} - 100')$$

PARA QUEMADOR EN ARRANQUE SE CONSIDERARAN 1500 SCFM = 0.7 SCMM (42 SCMH) DE ARRANQUE.  $1\frac{1}{2}" \text{ Ø}$   
 DE: PROCESORA JOHN ZING EN LINEA DE 1"





UNIDAD

LOMBARDA TABASCO

DESCRIPCION

BALANCE DE SERVICIOS

PLANTA

ALM. DE ANANIAS

PROYECTO NO.

PAA-1780-001

AREA

—

HOJA

17

DE

19

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

10 JUNIO 1961

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

## VII. GAS NATURAL (GNC)

EL GAS NATURAL CONSUMIDO EN LA PLANTA ES DEBIDO A:

a) PILOTO DEL QUEMADOR (FLARE)

b) BARRIDO DEL CABEZA DE DESFOGUES

c) CONSUMO EN CUARTO DE CONTROL

POR RECOMENDACION DE INGENIERO JOHN-ZINC TENENDO

LOS VALORES SIGUIENTES

SUMINISTRADO A 15 PSIa { FLUJO NORMAL A PILOTOS = 200 SCFH (5.7 SCMM) DE GAS NATURAL.

{ FLUJO MAX. PERMISIBLE = 150 SCFH (4.2 SCMM) GAS NAT. QUEMADOR POR 1500 SCFH (42 SCMM) AIRE

VELOCIDAD BARRIDO DEL CABEZA = 142 FT/SEC (0.3406 m/sec) EN SECCION MOLLEJERA 0.018 0.02 FT/SEC (0.003 A 0.006 m/sec) CON SELLS MOLECULAR

SUMINISTRADO A 35 PSIa (2.46 kg/cm<sup>2</sup>a)

CON FINES DE DISPOSITIVO SE CONSIDERA LA SIGUIENTE:

a) UN PILOTO EN EL QUEMADOR

b) QUEMADORA SIN SELLO MOLECULAR A PRESION QUE EL MISMO PROPORCIONA RESISTENCIA EN LOS.

FLUJO NORMAL = 5.7 SCMH = 0.093 SCMM

FLUJO MAXIMO = 5.7 + 4.2 = 9.9 SCMH = 0.165 SCMM A QUEMADOR

A CABEZA DE DESFOGUES =

AREA DE FLUJO DE CABEZA 4" = 0.0082 m<sup>2</sup> DE DESFOGUES

FLUJO = 0.0082 m<sup>2</sup> × 0.6 m/s × 60 seg/min = 0.295 m<sup>3</sup>/min

A LAS CONDICIONES DEL CABEZA = (23.4 × 2.25 kg/cm<sup>2</sup>a)

ASI CONSIDERANDO:

FLUJO = 0.295 × 2.12 =

= 0.627 m<sup>3</sup> = 0.6 SCMM

PARA CUARTO DE CONTROL SE CONSIDERA PARA 10% DEL PILOTO DEL QUEMADOR:

0.57 SCMM = 36 SCMM



UNIDAD

COMPAÑIA TABACOS

DESCRIPCION

BALANCE DE SERVICIOS

PLANTA

ALM DE AMONIAO

PROYECTO NO.

PAA-1990-001

AREA

HOJA

18

DE

19

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

10 JUNIO 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

TITULO DESFOGUES (NH<sub>3</sub>)

- a) DEL "BALANCE EN SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE AMONIAO ALTERNATIVO I" PUNTO III, OBTENEMOS QUE EL FLUJO DE AMONIAO DESFOGADO ES

$$W_{SV} = 2,335.50 \text{ kg/hr} \quad (2.335.50 \text{ kg/hr DESFOGADO})$$

$$A T = 280.15 \text{ °K}$$

$$P = 7.04 \text{ kg/cm}^2 \text{ A}$$

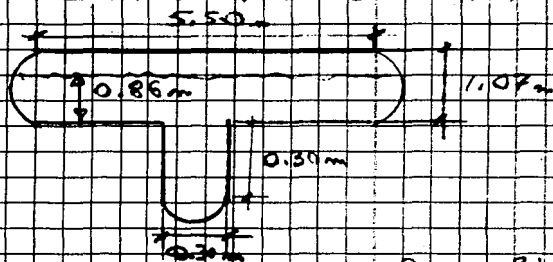
PARA TE-101

- b) CALCULO DE DESFOGUE EN TH-213  
CASO DE FUEGO

$$Q_{SV} = 21000 \cdot F \cdot A_m^{0.82}$$

$$F = 0.075 \text{ DE TABLA 3 API-520}$$

EL AREA HUMEDA SERA:



$$A_m = \pi \cdot 0.8 \cdot 0.3 + 2\pi \cdot 1.07 \cdot 5.50 \cdot 0.8$$

$$= 29.86 \text{ m}^2 = 321.4 \text{ m}^2$$

$$Q_{SV} = 21000 \cdot 0.075 \cdot (321.4)^{0.82}$$

$$Q_{SV} = 1179,099.31 \frac{\text{kg}}{\text{HR}} = 45,130.5 \frac{\text{kg}}{\text{HR}}$$

$$P = 19.70 \text{ kg/cm}^2 \text{ A} \Rightarrow A = 252.78 \text{ kg/hr}$$

$$T_{SV} = 481.7 \text{ °C}$$

$$W_{SV} = \frac{45,130.5}{252.78} = 178.54 \text{ kg/hr} = 393.26 \frac{\text{kg}}{\text{HR}}$$

(214.2 kg/hr C. SATO)

$$A_{SV} = \frac{W_{SV} \sqrt{T_{SV} Z_{SV}}}{C_1 K A_1 K_2 \sqrt{P M}}$$



UNIDAD	PLANTA	DEPTO.
LOMBARDA, TABASCO	ALM. DE AMONIAO	PROCESO
DESCRIPCION	PROYECTO NO.	CALCULO
BALANCE DE SERVICIOS	PAD-1983-001	JMR
	AREA	APROBO
	HOJA DE	FECHA
	19 DE 19	10, JUNIO 1983

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$T_{sv} = 40.7^{\circ}\text{C} = 570.3^{\circ}\text{R}$$

$$Z_{sv} = 0.94$$

$$U_{sv} = 393.26 \frac{\text{lb}}{\text{HR}}$$

$$C_1 = 347.91 \quad (\text{a } K = 1.31) \quad \text{TABLA C-1 API-520}$$

$$K = 0.975$$

$$P_1 = 19.70 \text{ kg/cm}^2 \text{ A} \Rightarrow 280.2 \text{ psia} \times 1.20 = 336.23 \text{ psia}$$

SOBRE PRESION POR FUGA

$K_b = 1$  PARA VALVULOS BALANCEADOS HASTA 32% DE COMPRESION

$$PME = 17.01$$

$$A_{sv} = \frac{393.26 \times \sqrt{570.3 \times 0.94}}{347.91 \times 0.975 \times 336.23 \times 1 \times \sqrt{17.01}} =$$

$$A_{sv} = 0.01951 \text{ in}^2$$

PUEDEN USARSE UNA VALVULA DE TAMAÑO NOMINAL (3/4" x 1")

## **I.- ANALISIS DE ALTERNATIVAS**

**I.1.- Costo de Equipo Principal  
de Alternativas**

**I.2.- Sumario de Servicios para  
Alternativas**

**I.3.- Analisis y Resumen Final**



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

ANALISIS DE ALTERNATIVAS  
NOMENCLATURA

PLANTA

AMONICO

DEPTO.

E. C.

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

CALCULO

CLH

AREA

APROBO

HOJA

DE

FECHA

MARZO, 82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$A_{aprox}$ ,  $A_{cuerno}$  = AREA APROXIMADA (APROX); AREA CUERNO (CUERNO)

$CAP$  = CAPACIDAD

$h$  = ALTURA

$I_{cua}$  = INDICES PARA COSTES PARA EL AÑO INICIAL (COSTE)

$L$  = LONGITUD

$P_D$  = PRESION DE DESCARGA

$Q$  = CAPACIDAD DE LA BOMBA O FLUJO MANEJADO POR LA MISMA

$Z$  = PESOR

$W$ ,  $W_{aprox}$  = PESO; PESO APROXIMADO

$\phi$  = DIAMETRO

$\$$ ,  $\$_{ano}$  = COSTO EN PESOS; COSTO; DEL AÑO (AÑO)

$\$_{total}$ ,  $\$_{eq}$  = TOTAL (TOTAL); POR KILOGRAMO (KG); DEL EQUIPO MANEJADO (EQUIPO)

$\$_{por kg}$

$\frac{\$}{kg}$ ,  $\frac{\$}{kg \cdot ano}$  = COSTO EN DOLARES ANUALIZADOS; DEL AÑO (AÑO)



UNIDAD

LOMBARDA TABASCO

DESCRIPCION

ANALISIS DE  
ALTERNATIVAS

PLANTA

ANONIACO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

HOJA

DE

36

DEPTO.

I C

CALCULO

CLH

APROBO

FECHA

Marzo-82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
1	JMA	10 X 82	2	JMA	ENE 83			

# RESUMEN COSTO DE EQUIPO PRINCIPAL ALTERNATIVAS

ALTERNATIVAS	M\$ Costo EQUIPO PRINC	
Alternativa I	107'428	△
Alternativa II	354'011	△
Alternativa III	110'713	△
Alternativa IV	153'530	△
Alternativa V	299'124	△
Alternativa VI	352'160	△



UNIDAD

LOMBARDA TABASCO

DESCRIPCION

ANALISIS DE  
ALTERNATIVAS

PLANTA

AMONIACO

PROYECTO NO.

PAA-880-001

AREA

HOJA

2

DE

36

DEPTO.

E.C.

CALCULO

C.H.

APROBO

FECHA

MARZO-82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
1	JMR	10 X 82						

ALTERNATIVA I:

COSTO DE EQUIPO PRINCIPAL -

ITEM	DESCRIPCION	Cantidad	COSTO \$ (MILES DE PESOS)	
TE-101	Tanque de almacenamiento de amoniaco cilindrico horizontal Material AC-515 PVO killed. Ø = 23 m Cap = 6370 m <sup>3</sup> W aprox. = 384.7 tons	1	66' 990	
TH-213	Tanque acumulador de amoniaco cilindrico horizontal Material AC-515 PVO Ø = 1.07m long = 5.49m L: 34" Cap = 4.44 m <sup>3</sup> W aprox 3.2 tons	1	557	
BC-201 203 y 205	Compresores de amoniaco tipo recipro- cante - 1 <sup>a</sup> etapa 2 (Cap. 23,373 kg/h Potencia = 500 HP (include motor) PD = 9.60 kg/cm <sup>2</sup> 5 <sup>a</sup> etapa y 18.87 kg/cm <sup>2</sup> 2 <sup>a</sup> etapa	3	34' 668	△
BC-207	Compresor de holding tipo-recipro- cante - 1 <sup>a</sup> etapa - 2 (Cap. 144,95 kg/h Potencia = 20 HP (include motor)	1	1' 481	△
CH-214 y 215	Condensadores de amoniaco tipo - tubo y correa W aprox - 1335/12	2	2' 072	△
CH-216	Condensador de amoniaco tipo - tubo y correa W aprox - 419/12	1	163	△
BA-102 y 104	Bombas tipo centrifuga exaust Ø = 51 GPM Pot = 15 HP (include motor)	2	552	



UNIDAD	PLANTA	DEPTO.
LOMBARDA TABASCO	ARMANDO	E.C.
DESCRIPCION	PROYECTO NO.	CALCULO
ANALISIS DE	PAA-1980-001	CLH
ALTERNATIVAS	AREA	APROBO
	HOJA DE	FECHA
	36	MARZO 82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

ALTERNATIVA I:

COSTO DE EQUIPO PRINCIPAL (CONTINUACION)

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO \$ (MILLAS DE PESOS)
TH-210, 211	TANQUE SEPARADOR DE ACEITE, VERTI- CAL MATERIAL A-285-C $\phi = 1.2$ m LONG. 1.8 m CAP. 2 m <sup>3</sup> (5/8") WAPROX = (INCLUYE MALLA MECANICA)	2	680
TH-209	TANQUE SEPARADOR DE LIQUIDOS VERTICAL MATERIAL A-285-C $\phi = 1.96$ m LONG. 2.9 m CAP. 5 m <sup>3</sup> (5/16") WAPROX = 1.34 TONS (INCLUYE MALLA MECANICA)	1	250
TH-212	TANQUE SEPARADOR DE ACEITE VERTI- CAL MAT A 285-C (COMP. HOLDING) $\phi = 0.24$ LONG. 0.36 (CAP. 0.02 m <sup>3</sup> 7/32") WAPROX = (INCLUYE MALLA MEC)	1	15
TOTAL		15	107428





UNIDAD

LONBARDA TABASCO

DESCRIPCION

ANALISIS DE  
ALTERNATIVAS

PLANTA

AMONIACO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

—

HOJA

4

DE

36

DEPTO.

I.C

CALCULO

CLH

APROBO

FECHA

ABRIL-82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
△								

## ALTERNATIVA II -

Costo de Equipo Principal -

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	Costo \$ M
TE-101	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AMON- IACO ESTERICO. MATERIAL A.C. S15 PVO KILNED $\phi = 24M$ CAP. 7037 M <sup>3</sup> Waprox = 1936.2 tons $t = 5.38''$	1	236'900
BA-102 A/B	BOMBAS DE CARGA DE AMONIACO A TANQUE DE ALMACENAMIENTO TIPO CENTRIFUGA ENLATAJA MAL. A.C. Q = 303 GPM POT = 5HP TDH = 90 ft	2	364
UR-103	UNIDAD DE REFRIGERACION PC- QUEJE CAP. 650 tons REF.	1	14'896
BC-104	COMPRESOR DE AMONIACO TIPO RECIPROCANTE RECIP. SEPARADOR INTEGRAL POT 20 HP	1	1'851
TOTAL		5	354'011



UNIDAD

LOMBARDA TABASCO  
DESCRIPCION ANALISIS DE ALTERNATIVAS

PLANTA

AMONIACO  
PROYECTO NO.  
PAA-1980-001  
AREA

DEPTO.

Ing. Costos  
CALCULO  
CLH  
APROBO

HOJA

DE

FECHA

S 36

MARZO-88

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
1	JMR	10 X 82						

ALTERNATIVA III

COSTO DE EQUIPO PRINCIPAL

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO \$ (MILES DE PESOS)
------	-------------	----------	------------------------------

TE-101	Tanque de almacenamiento de amon- iaco. esférico. Material AC 515 PVC killed Ø = 23 m Cap = 6370 m <sup>3</sup> W approx = 384.73 tons	1	66'890
--------	--	---	--------

TH-103	Tanque separador Líquido-gasoso cilíndrico vertical. Material Mat. A.C. 285-C Ø = 1.524 m h = 4.5 m Cap. = 9.12 m <sup>3</sup> W approx = 1.35 tons	1	275
--------	---	---	-----

TH-209	Tanque acumulador de amoniaco cilíndrico horizontal. Material A.C. 515-PVC Ø = 10 m L = 5.49 m Cap. = 9.44 m <sup>3</sup> W approx = 327 tons	1	557
--------	---	---	-----

BC-202 1203/ 209	COMPRESOR DE AMONIACO MULTIESTADOS Cap. = 3700 L/h Potencia = 500 HP (INCLUDE Motor) W. = 19.87 kg/m <sup>2</sup>	3	34'668	△
------------------------	---	---	--------	---

CH-214 1213	CONDENSADOR DE LIQUIDO tipo-tubo CAPAZA A approx = 1335 1/2	2	2'072	△
----------------	--	---	-------	---

BA-102 A/B	BOMBAS DE TRANSFERENCIA DE LIQ. MONO tipo centrifuga Ø = 51 mm W. = 15 kg/m <sup>2</sup> (INCLUDE Motor)	2	552	△
---------------	---	---	-----	---



UNIDAD

LOMBARDA TABASCO

DESCRIPCION

ANALISIS DE  
ALTERNATIVAS

PLANTA

AMOLLACO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

—

DEPTO.

E C

CALCULO

C L H

APROBO

HOJA

6

DE

36

FECHA

April-82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
1	JMR	10 x 82						

ALTERNATIVA III -

COSTO DE EQUIPO PRINCIPAL (CONTINUACION)

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO \$ (MILES DE PESOS)
1H-210 1211	TANQUE SEPARADOR DE ACEITE VERTICAL MATERIAL A-285-C $\phi = 1.86m$ CAP = $6m^3$ W approx = 2.93 tons (INCLUDE MALLA MECANICA)	2	1'806
1H-209	TANQUE SEPARADOR DE LIQUIDOS VERTICAL MATERIAL A-285-C $\phi = 1.96m$ long = 2.9m CAP = $9m^3$ t 5/16" W approx = 1.34 tons (INCLUDE MALLA)	1	250
1H-205 206/207	TANQUES AMORTIGUADORES A LA SUCCION (COMP MAT. A 285-C $\phi = 1.89m$ h = 4.32m W approx = 3.52 tons t = 1/2"	3	1'656
1H-217 218/219	TANQUES AMORTIGUADORES A LA DESCARGA COMP MAT A-285-C $\phi = 1.52m$ h = 3.81m W approx = 4 tons t = 7/8"	3	1'887
TOTAL		19	110'713 $\Delta$



UNIDAD

LOMBARDA TABASCO

DESCRIPCION

ANALISIS DE ALTERNATIVAS

PLANTA

A HONIACO

PROYECTO NO.

PAA-1800-001

AREA

HOJA

7

DE

36

DEPTO.

PROCESOS

CALCULO

CLH

APROBO

FECHA

4 de 20-82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
1	JMR	10 x 82						

ALTERNATIVA IV:

COSTO DE EQUIPO PRINCIPAL

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO \$
TC-101	Tanque de almacenamiento de agua cilindrico API Material A-C $t = 1/4"$ $d = 2.2m$ $h = 15.50m$ $Cap = 6038 m^3$ $w \text{ aprox} = 103.36 tons$	1	16'228
TH-213	Tanque acumulador de agua cilindrico Material A-C-285-C $d = 1.07m$ $h = 5.40m$ $Cap = 4.44 m^3$ $w \text{ aprox} = 1055 tons$ $t = 1/4"$	1	163
BC-205 209/205	Compresores de aire comprimido tipo rotativo tipo META PAS 8 $Cap = 13600 Kg/A$ Potencia 2000 HP	3	127'200
CH-206 207 208	Entradores de vapor tipo interstalar tipo - tubo $h = 2m$ Mat A-C $A \text{ aprox} = 300 1/2$	3	1'890
CH-211 212	Condensadores de vapor tipo - tubo $h = 2m$ Mat A-C $A \text{ aprox} = 530 1/2$	3	1'806
TH-209	TANQUE SEPARADOR DE LIQUIDOS $d = 4.14m$ $h = 6.21m$ $t = 1/4"$ Mat A-C-285-C incluye M.L.L.	1	1'047
TH-214/ 215/216	TANQUES SEPARADORES DE ACEITE $d = 1.8m$ $h = 2.7m$ $t = 1"$ Mat. A-C-285-C	3	2'148
TH-201/ 202/203	TANQUES SEPARADORES DE LIQ INTERSTALAR TIPO DE COMU $d = 2.7m$ $h = 4.05m$ $t = 1/2"$ Mat A-C	3	2'418



UNIDAD

DESCRIPCION

LOUBARDA TAJASCO

ANALISIS DE  
ALTERNATIVAS

PLANTA AMONIACO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

DEPTO. PROCESOS

CALCULO

CLH

APROBO

HOJA

8

DE

36

FECHA

MARZO-82

REV.

CHECADOR

FECHA

REV.

CHECADOR

FECHA

REV.

CHECADOR

FECHA

1

JMA

0X 82

ALTERNATIVA IV (CONTINUA)

COSTO DE EQUIPO PRINCIPAL

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO	
CH-213	CALENTADOR DE AMONIACO MATERIA A C A A BEEK 4/1/2	1	30	
BAK AYB	BOMBAS DE DESCARGA DE AMONIACO TIPO CENTRIFUGA ENLATADA Q = 45 GPM PES-20 HP (INCLUYE MOTOR)	2	600	⚠
TOTAL		20	153'530	⚠



UNIDAD

LOMBARDA TABASCO

DESCRIPCION

ANALISIS DE ALTERNATIVAS  
VAS

PLANTA

AMONIACO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

-

HOJA

9

DE

36

DEPTO.

F.C.

CALCULO

CLH

APROBO

FECHA

APRIL-82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
1	JMR	10 X 82						

ALTERNATIVA V

COSTO DE EQUIPO PRINCIPAL

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO \$ (MILES DE \$)
TH-102 103/...	Fanqueas de almacenamiento de amoniaco tipo cilindro horizontal (cal. horizontal) Material A.C. 1.515-70 $\phi = 3.7m$ $L = 18m$ Cap = 193 Sm <sup>3</sup> W aprox = 44.6 tons / tanque	37	288,600
BA-101 A Y B	Bombas de carga de amoniaco a tanques tipo (vertical) en columna (incluye motor) $Q = 200$ GPM Pot = 5 HP	2	262
BA-105 A Y B	Bombas de transferencia de amoniaco tipo centrifuga en columna (incluye motor) $Q = 50$ GPM Pot = 5 HP	2	262
UR-201	UNIDAD DE REFRIGERACION COP - 650 tons REFRIG	1	10,000
TOTAL		42	299,124



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

ANALISIS DE ALTERNATIVAS

PLANTA

AMONIACO

PROYECTO NO.

PBA-1980-001

AREA

HOJA

DE

9A 36

DEPTO.

E.C.

CALCULO

CLH

APROBO

FECHA

ENERO, 1983

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

## ALTERNATIVA VI

## COSTO DE EQUIPO PRINCIPAL

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO \$/UN
TE-101	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO ESFERICO. MATERIAL A.C. S15 PVC KILLED $\phi = 24m$ CAP = 7083 m <sup>3</sup> WAPROX = 1936.2 TONS $t = 5.38''$	1	336'900
BA-102 A/B	BOMBAS DE CARGA DE AMONIACO A TANQUE DE ALMACENAMIENTO TIPO CENTRIFUGA ENLATADA MAT A.C. $Q = 305 GPM$ POT = 5HP TOME = 90FT	2	364
UR-103	UNIDAD PAQUETE DE REFRIGERACION CAP = 650 T.R.	1	14'896
	TOTAL	4	352'160



UNIDAD

LONBARDI TERCERO

DESCRIPCION

ANALISIS DE ALTERNATIVAS

(ALT I)

PLANTA

ANONIMO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

HOJA

DE

10 DE 36

DEPTO.

ING. Costos

CALCULO

CLH

APROBO

FECHA

MARZO-82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

## El calculo de costo de Equipo PRINCIPAL ALTERNATIVA II

TE-10 Tanque de almacenamiento de amoníaco asfénico

Material A C \$15 P40 RILCO P-23M

W aprox = 384.73 tons Cap = 6270 m<sup>3</sup>

De nuestro banco de datos tenemos que el \$/kg para este tipo de recipientes fluctua entre \$ 80/kg y \$ 100/kg y septiembre de 1981

Este \$/kg incluye un registro hombre de 24"

5 bocanillas de 4" y 2 bocanillas estructurales y refrigeración

Adicional problema es el costo a vencer el 10% de este tipo de equipo

De los índices de costo para 1980 y 1982 que tiene como base un índice base para 1975 = 100

I 1980 = 265 y I 1982 = 461

$$\$/kg (1982) = \$/kg (1980) \frac{I_{1982}}{I_{1980}}$$

$$\$/kg (1982) = \frac{100}{265} \times \frac{461}{100} = \$/174$$

El peso total del equipo es de

$$W = 384.73 \text{ tons} \times 1.35 \text{ ton} = 385.92 \text{ tons}$$

$$\$/\text{TANQUE} = 385.92 \text{ ton} \times \$/174 = \$66'990'000.$$

$$W_{\text{aprox}} = 66'990'000.$$





UNIDAD

LOMBARDI TABASCO

DESCRIPCION

ANALISIS DE ALTERNATIVAS  
(O.L.I.)

PLANTA

AMONIACO

PROYECTO NO.

PAI-1980-001

AREA

HOJA

11

DE

36

DEPTO.

ING. Costos

CALCULO

O.L.I.

APROBO

FECHA

MARZO-82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

TH-213 TANQUE ACUMULADOR DE AMONIACO CILINDRICO HORIZONTAL

MATERIAL A.C. S15 PVC  $\phi = 1.07m$  LONG - TANG = 5.49m $W_{OPHX} = 2.21045$   $Cap = 4.44 m^3$ 

DE NUESTRO BANCO DE DATOS TENEMOS QUE PARA ESTE TIPO DE RECIPIENTE EL \$/Kg FLUCTUA ENTRE \$80/Kg @ \$100/Kg (SEPTIEMBRE DE 1980)

ESTE COSTO INCLUYE REGISTRO HOMERE DE 18"  $\phi$  Y 5 BOQUILLAS DE 4"  $\phi$  1"  $\phi$  2 COPIAS Y SOPORTES RECTANGULARES EN 4-30.

NUESTRO PROBLEMA SE REDUCE A LLEVAR EL COSTO DE SEPTIEMBRE DE 1980 A MARZO 1982

DE NUESTROS NIVELES DE COSTO EN EL MEXICO (C.I.) EL SE 1975 = 100

I 1980 = 265

I 1982 = 461

$$\$/Kg (1982) = \$/Kg (1980) \frac{I 1982}{I 1980}$$

$$\$/Kg (1982) = \frac{\$100 (1980)}{265} = \frac{\$174}{69}$$

$$\$/Recip. = \frac{\$174}{Kg} \times 3200 Kg = \$556,000$$

$$\$/TANQUE = \$556,000$$



UNIDAD

LOMBARDA TARGSCO  
DESCRIPCION Analisis de Alternativas  
(Alt. 1)

PLANTA

Aguilar

DEPTO.

UG (Costa)

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

CALCULO

C.L.H

AREA

—

APROBO

HOJA

12

DE

36

FECHA

11/02/82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
1	J.M.R.	10-X-82						

30/201/203/205 COMPRESORES DE ANCLAJE RECIPROCANTE

Nº ETAPAS - 2

Cap - 23,573 Kg/h

Potencia = 500 HP

PARA CALCULAR EL COSTO APROXIMADO DE LOS COMPRESORES  
TOMAMOS COMO REFERENCIA LA FORMA APPLIED PROCESS DESIGN  
FOR CHEMICAL AND PETROCHEMICAL PLANTS

TABLA 1-12 Y FIG. 1-11 page 40 &amp; 42

LAS ORDENADAS PARA HORROROSAS EN UN RANGO DE  
200 - 3000 HP DE LA TABLA 1-12  $k = 3.33$  y  $n = 2$   
CON EL VALOR  $k = 3.33$

DE LA FIGURA 1-11 ORDENADAS MODIFICADAS Y PAGO 500 HP

PARA 1980 \$ 49,000. - U.S. D/L

DE LOS INDICES DE PLANT COST INDEX PUBLICADO POR  
CHEMICAL ENGINEERING PACK POWER Y COMPRESORES

I 1980 = 100  $I 1982 = 336.4$ 

$$\frac{I 1982}{I 1980} = \frac{336.4}{100} = 3.364$$

$$C 1982 = 49,000 \cdot (3.364) = 165,081$$

TOMANDO UNA PAREJA  $k = 111/1 = 70$  U.S. D/L △

$$\frac{1}{2} \cdot 165,081 = 82,540.5$$

PARA 2 COMPRESORES  $2 \cdot 82,540.5 = 165,081$  U.S. D/L △

3 COMPRESORES  $3 \cdot 115,560.00 = 346,680.00$  U.S. D/L △



UNIDAD

LOMBARDA TABASCO -

DESCRIPCION

ANALISIS DE ALTERNATIVAS  
(ALT. 1)

PLANTA

ANDUJARO

DEPTO.

ING. COSTO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

CALCULO

CLH

AREA

APROBO

HOJA

13

DE

36

FECHA

MARZO-82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
1	J.M.R.	10-X-82						

BC-207 COMPRESOR DE HOLDING TIPO RECIPROCANTE

Nº PASOS 2

CAP = 164.45 kg/h

Potencia = 20 HP

TOmando como referencia el costo de un compresor similar comprado en 1960 \$6280 - USD/1/3

Aplicando los índices de Plant Cost Index -

I 1960 = 100

I 1982 = 336.9

$$\$ (1982) = \$6280 - \left( \frac{336.9}{100} \right) = \$21,157 - USD/1/3$$

Tomando una paridad \$MN/\$1USD = \$70 - /\$1USD/1/3  $\Delta$

\$ DEL COMPRESOR = \$1,481,000  $\Delta$



UNIDAD

LOMBARDIA TABASCO

DESCRIPCION

ANALISIS DE ALTERNATIVAS  
(ALT. 1)

PLANTA

AMONIACO

PROYECTO NO.

DAA-1980-001

AREA

HOJA

14

DE

36

DEPTO.

ING. Costos

CALCULO

CLH

APROBO

FECHA

MARZO-82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
1	JMR	10 X 82						

CH-214 y 215 CONDENSADORES DE AMONIACO tipo tubos y  
Cuerpo Aprox = 1335/1<sup>2</sup>

Tomando como referencia: LUDWIG APPLIED PROCESS DESIGN  
FOR CHEMICAL AND PETROCHEMICAL PLANTS

Tabla 1-12 y Fig 1-35 page 40 y 43

Las coordenadas para cambiadores en un rango de 100 -  
3000/1<sup>2</sup> de la tabla 1-12  $X = 2.95$   $Y = 3.34$

de la Fig 1-35 con estas coordenadas y para 1335/1<sup>2</sup>  
Para 1960 \$ 4,600 - U.S. D/1<sup>2</sup>

de los indices de plant cost index publicados por  
CHEMICAL ENGINEERING NEWS SERVICE

I 1960 = 100

I 1981 = 321.84

\$ (1981) = \$ 4,600 - (100/321.84) = \$ 14,805 - U.S.

Tomando una paridad \$ M.M./\$ U.S. = 70 M.M./\$ U.S. △

\$ por cambio = \$ 1,036,000 - △

\$ (Cambio) = \$ 2,072,000 - △



UNIDAD

LCAPRIN (TERRAS)

DESCRIPCION

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS  
(A.7.1)

PLANTA

ANÁLISIS

PROYECTO NO.

PAA-1985-001

AREA

HOJA

DE

15 36

DEPTO.

ING. COSTAS

CALCULO

LH/JMR

APROBO

FECHA

MARZO. 82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
1	JMR	10 X 82						

CM-216 CAMBIOS DE ANCHURA TIPO TUBO Y CUBIERTA  
 AREA = 210 m<sup>2</sup>

CONSIDERANDO \$1'036,000.- PARA UN CAMBIO DE  
 135 FE<sup>2</sup> TENIENDO UN COSTO POR FE CUADRADOS  
 DE AREA DE TRANSFERENCIA

$$\frac{\$1'036,000}{135 \text{ FE}^2} = \$776.03/\text{FE}^2$$

ASI PARA 210 FE<sup>2</sup>

$$\$ (100 \text{ FE}^2) = 210 * 776.03 \approx 163,000.-$$

$$\underline{\underline{\$ CAMBIO = 163,000.-}}$$



UNIDAD

LOMBARDA TAMAYO

DESCRIPCION

ANALISIS DE ALIENACION  
(ALT. 1)

PLANTA

PROYECTO NO.

AREA

HOJA

16 DE 36

DEPTO.

CALCULO

APROBO

FECHA

MARZO-87

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
1	JMR	10 X 82						

BOMBAS DE TRANSFERENCIA DE ANQUIACO TIPO CENTRIFUGA  
ZULAYADA  
 $Q = 516 \text{ PM}$  Pot = 15 HP

TOMANDO COMO REFERENCIA LA COLIZACION DE UNA BOMBA  
SIMILAR PARA 1981 \$735,800 - YENS 24-10HP

DE LOS INDICES DE COSTO CE PLAN INDEX DEL CHEMICAL  
ENGINEERING PARA BOMBAS Y COMPRESORES

$$I (1981) = 319.65$$

$$I (1982) = 336.9$$

$$\$(1982) = 735,800 \text{ YENS} \cdot \frac{(336.9)}{(319.65)} = \$775,500 \text{ - YENS}$$

TOMANDO UNA PRECIDA DE \$0.255 MW / \$ YEN  $\Delta$

Costo por Bomba = 198,000. - c/motor 10HP  $\Delta$

EFECTUANDO UN AJUSTE POR EL MOTOR

TENEMOS:

\$ Motor 10 HP (1800 RPM) (440V)  $\Delta$

\$ Motor 10 HP = 55,000 -

lo que representa el 28% del global  $\Delta$

DE NUESTRAS REFERENCIAS EL \$ DE  
UN MOTOR DE 15HP ES 40% MAS CERO QUE  
EL DE 10HP

Por lo tanto:

$$\$/\text{BOMBA} = \$198,000 + 78,000 - = \$276,000/\text{BOMBA} \Delta$$

$$\$/\text{DOS BOMBAS} = \$552,000. - \Delta$$



UNIDAD

LOMBARDA TABASCO

DESCRIPCION

ANALISIS DE ALTERNATIVAS  
(Alt. 1)

PLANTA

A MONIACO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

-

HOJA

17

DE

36

DEPTO.

UR. Costos

CALCULO

CMH

APROBO

FECHA

Marzo-82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

1H-210/211 : Tanques separadores de aceite cilindrico vertical  
Material - A 285-C  $\phi = 1.20$  m Long = 2.80 m  
W aprox 1.8 tons CAP = 2 m<sup>3</sup> t = 5/8

Aplicando el costo por kg para AC-285-C tenemos:

$$1800 \text{ Kg} \times \frac{\$157}{\text{Kg}} = \$283,000 \text{ / RECIPIENTE}$$

Kg 20% + 27,000 (internos - Halla)  
340,000

$$\underline{\$ \text{ total (2 recipientes)} = \$ 680,000. -}$$

1H-209 Tanque separador de líquidos cilindrico vertical  
Material - A 285-C  $\phi = 1.96$  m Long = 2.9 m  
W aprox = 1.34 tons (CAP = 9 m<sup>3</sup>)

Aplicando el costo por kg para AC-285-C tenemos:

$$1340 \text{ Kg} \times \frac{\$157}{\text{Kg}} = \$210,380.$$

x 1.2 Costo Halla e internos

$$\underline{\$ = \$250,000. -}$$

1H-212 tanque separador de aceite cilindrico  
vertical (Comp Holding)  
Material A 285-C  $\phi = 0.24$  m Long = 0.36 m  
W aprox = 0.02 ton t = 5/16 (Cap = 0.02 m<sup>3</sup>)

$$\underline{\$ = 15,000. -}$$



UNIDAD  
**LOMBARDA TABLADO**

DESCRIPCION  
**ANALISIS DE ALTERNATIVAS (Alt II)**

PLANTA  
**AMONIAO**

PROYECTO NO.  
**PAI-1980-001**

AREA  
**—**

HOJA  
**18** DE **36**

DEPTO.  
**IND. C**

CALCULO  
**CLH**

APROBO  
**—**

FECHA  
**Abril-82.**

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

**II.- CALCULO DE COSTO DE EQUIPO PRINCIPAL ALTERNATIVA II**  
**TENOR TANK DE ALMACENAMIENTO DE AMONIAO ESFERICO.**

Material AC SIS PUG KILLED  $\phi = 24 \text{ m}$

$$W_{\text{aprox}} = 1936.2 \text{ ton} \quad \rho_{\text{ac}} = 7.83 \text{ ton/m}^3$$

Calculo del Peso

$$A = \pi \phi^2 = \pi (24)^2 = 1809.56 \text{ m}^2$$

$$t_{\text{pion}} = 5.38 \text{ m} = 0.14 \text{ m}$$

$$V = 1809.56 \text{ m}^2 \times 0.14 \text{ m} = 247.28 \text{ m}^3$$

$$P_{\text{ac}} = \frac{7.83 \text{ Kg}}{\text{dm}^3} = \frac{7.83 \text{ ton}}{\text{m}^3}$$

$$W_{\text{aprox}} = 247.28 \text{ m}^3 \times \frac{7.83 \text{ ton}}{\text{m}^3} = 1936.2 \text{ ton}$$

El costo unitario por Kg para este

Material es \$174  
 Kg

$$\text{Costo}_{\text{aprox}} = 1936200 \text{ Kg} \times \frac{\$174}{\text{Kg}} = 336838800$$

\$ 336 800,000.





UNIDAD	PLANTA	DEPTO.
LONABARRA TABASCO	AMONIACO	F. C.
DESCRIPCION	PROYECTO NO.	CALCULO
ANALISIS DE ALTERNATIVAS (Alt II)	PAA-1980-001	CLH
	AREA	APROBO
	HOJA DE	FECHA
	19 DE 36	MARZO 82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
△								

BA-102 A/B BOMBAS DE CARGA DE AMONIACO A TANQUE DE ARRANQUEAMIENTO TIPO CENTRIFUGA ENSTADA  
Q = 303 GPM PDA S/P TDA. - 20 ft  
TOMANDO COMO REFERENCIA EL CALCULO DEL COSTO DE LAS BOMBAS BA-102 Y BA-104 DE LA ALTERNATIVA I. TENDIENTE =

$$\$/BOMBA = 226,000 \left( \frac{5}{10} \right)^{0.6}$$

$$\$/BOMBA = 182,000$$

$$\$(2 BOMBAS) = 364,000$$

VR-103 UNIDAD DE REFRIGERACION

CAP = 650 TONS

TUCCION = 146°F

$$\$(1969) = \$180,000 \text{ US}$$

DE LOS INDICES REPORTADOS POR CHEMICAL ENGINEERING

$$I (1969) = 285$$

$$I (1982) = 336.9$$

$$\$(1982) = 180,000 \left( \frac{336.9}{285} \right) = \$212,800$$

$$\$/DIA$$

$$\text{COSTO} = \$17,896,000$$

**fi**

UNIDAD

LOMBARDA TABASCO

DESCRIPCION

ANALISIS DE ALTERNATI-  
VAS (Alt. II)

PLANTA

AMONIACO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

-

HOJA

DE

20 36

DEPTO.

J C

CALCULO

CLH

APROBO

FECHA

Marzo-82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
△								

BC-104 COMPRESOR DE AMONIACO TIPO RECIPROCANTE  
C/RECIP SEPARADOR INTEGRAL

Por = 20 MP

IDEM ALT 1 - (BC-907)

\$ Comp = 1'481,000 △

Tanque SEPARADOR A.C. Mat A-285-C

$\phi = 1.56 \text{ m}$

Cap = 2 m<sup>3</sup>

t = 1/2"

long = 3.14 m

Calculo de Area

$$A_c = \pi \phi h = \pi (1.56) (3.14) = 15.39 \text{ m}^2$$

$$A_t = 15 \pi \frac{\phi^2}{4} = 15 \pi \frac{(1.56)^2}{4} = 2.87 \frac{\text{m}^2}{\text{tapa}} \times 2 \text{ tapas} = 5.74 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{total}} = 21.13 \text{ m}^2 \quad t = 1/2"$$

$$w/m^2 = 99.59 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$w_{\text{total}} = 2,104 \text{ Kg}$$

A C 285-C

$$\$/\text{Kg} = 157$$

$$\$/\text{RECIP} = 330,000$$

$$+ \$ \text{Malla SEP} = 40,000$$

$$\$/\text{tanque SEP} = \$ 370,000 -$$

$$\$/\text{BC-104} = 1'851,000$$

△



UNIDAD

LONBARRDA TABASCO

DESCRIPCION

ANALISIS DE  
ALTERNATIVAS (AL-III)

PLANTA

MONIACO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

HOJA

21 DE 36

DEPTO.

FC

CALCULO

CLH

APROBO

FECHA

Arel-82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

### III.- CALCULO DE COSTO EQUIPO PRINCIPAL

#### ALTERNATIVA III

TE-101 tanque de almacenamiento de amoniac  
esferico Cap 6370 m<sup>3</sup>

\$ 66'990,000 - (REF ALTERNATIVA I)

TH-103 tanque Separador liq. vapor de amoniac

$$\phi = 1.524 \text{ m}$$

$$t \text{ CAROS} = 3/8"$$

Calculo DE AREA

$$\text{NOVA COSTA} = 4.5 \text{ m}$$

$$t \text{ CUERPO} = 5/16"$$

$$A = \pi \phi L = \pi (1.524) (4.5) = 21.55 \text{ m}^2 \times$$

$$t = 3/16 \quad 62.24 \text{ Kg/m}^2 = 1341 \text{ Kg}$$

$$A = \pi \frac{\phi^2}{4} \times 1.5 = \pi \frac{(1.524)^2}{4} \times 1.5 = 2.74 \text{ m}^2 \times 2160 \text{ Kg/m}^2 = 5.98 \text{ m}^2$$

$$t = 3/8" \quad 74.69 \text{ Kg/m}^2 = 409 \text{ Kg}$$

$$W_{\text{total}} = 1750 \text{ Kg}$$

$$\$/\text{Kg} = \$157$$

$$\text{Costo total} = \$ 275,000 -$$



UNIDAD

DESCRIPCION

LOMBARDA TABASCO  
ANALISIS DE ALTERNA-  
TIVAS (ALT. III)

PLANTA

AMONIACO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

—

HOJA

22

DE

36

DEPTO.

ING. Costos

CALCULO

C.L.H.

APROBO

FECHA

Abril-82

REV.	CREADOR	FECHA	REV.	CREADOR	FECHA	REV.	CREADOR	FECHA
1	JMA	10 X 82						

FM-209 TANQUE ACUMULADOR DE AMONIACO

\$ = 557,000. (REF ALT I)

BC-202/203/204 COMPRESORES DE AMONIACO

MULTIETAPAS

CAD :

POT = 500 HP

PD = 19.87 kg/cm<sup>2</sup>REFERENCIA - LUDWIG APPLIED PROCESS DESIGN  
FOR CHEMICAL AND PETROCHEMICAL PLANTS

TABLA 1-12 y FIG 1.39 pags 40492

Costo = \$49,000 U.S Dols (1960)

Utilizando los indices de CHEMICAL ENGINEERING

I 1960 = 100

I 1982 = 336.9

$$\$(1982) = 49,000 \frac{(336.9)}{100} = \$165,031 \text{ U.S}$$
APLICANDO UNA PERDIDA \$M.U/\$ UND = 70.00  $\Delta$ \$ POR COMPRESOR = 11'556,000.  $\Delta$ 

PARA 3 COMPRESORES

\$ Total = 34'668,000  $\Delta$



UNIDAD

LOMBARDA TABASCO

DESCRIPCION

ANALISIS DE  
ALTERNATIVAS (Alt. III)PLANTA  
AMONIACOPROYECTO NO.  
PAA-1980-001

AREA

HOJA 23 DE 36

DEPTO. Ing. Costos

CALCULO  
CLH

APROBO

FECHA  
April-82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
1	JMA	10 X 82						

CH-219/19 CONDENSADOR DE AMONIACO TIPO FURRO U BRASA

$$A = 1335 \text{ ft}^2$$

Mat: Ac al Carbono

$$\text{\$/costo} = 21072,000 - (\text{REF Alt. I}) \quad \Delta$$

BA-102 A/B BOMBAS DE TRUSTRERENCIA DE AMONIA-

CO

TIPO CENTRIFUGA ZULATA DA

$$Q = 51 \text{ GPM}$$

$$Pot = 15 \text{ HP}$$

$$\text{\$/BOMBA} = 276,000 - (\text{REF Alt. I}) \quad \Delta$$

$$\text{\$/total} = 552,000 \quad \Delta$$

TH-210/211 TANQUE SEPARADOR DE ACEITE VERTICAL -

Mat A.C 285-C  $\phi = 1.56 \text{ m}$  Cap = 6 m<sup>3</sup>

$$W_{\text{aprox}} = 5.43 \text{ tons} \quad \text{\$/Kg} = 157 -$$

$$\text{\$/RECIP.} = 5430 \text{ Kg} \times \frac{\text{\$157}}{\text{Kg}} = \text{\$853,000} -$$

$$\text{Malla Mecanica} \quad \text{\$} 50,000$$

$$\text{\$/RECIP} = 903,000 - (\text{INCLUDE Malla MEC})$$

$$\text{\$(2 RECIP)} = 1,806,000 -$$

TH-209 TANQUE SEPARADOR DE LIQUIDOS VERTICAL

Mat A.C 285-C  $\phi = 1.96 \text{ m}$  Long = 2.9 m Cap = 9 m<sup>3</sup>

$$W_{\text{aprox}} = 1.34 \text{ tons} \quad \text{\$/Kg} = 157 -$$

$$\text{\$/RECIP} = 1340 \text{ Kg} \times \frac{\text{\$157}}{\text{Kg}} = \text{\$210,000}$$

$$\text{Malla Mecanica} \quad \text{\$} 40,000$$

$$\text{\$/total} = \text{\$250,000} - \quad \text{\$} 250,000$$



UNIDAD

DESCRIPCION

LOMBARDA TAPASCO

ANALISIS DE  
ALTERNATIVAS (A+II)

PLANTA

AMONIAO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

HOJA

24 DE 36

DEPTO.

F. C.

CALCULO

C.H.

APROBO

FECHA

Marzo-82

REV.

CHECADOR

FECHA

REV.

CHECADOR

FECHA

REV.

CHECADOR

FECHA

IN-205-206-207 TANQUES AMONIAO A LA SUCCION

$$\phi = 1.83 \text{ m}$$

$$L \text{ (entre tangentes)} = 4.72 \text{ m}$$

$$t = 1/2"$$

Material - A.C. 285-C

Calculo de AREA

Cuerpo  $A = \pi \phi L = \pi (1.83) (4.72) = 28.03 \text{ m}^2$

Tapas  $A = 3\pi \frac{\phi^2}{4} = \pi \frac{(1.83)^2}{4} \times 3 = 8.65 \times 2 = 17.3 \text{ m}^2$

$$A \text{ total} = 35.33 \text{ m}^2$$

$$t = 1/2" \quad w = 39.59 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$W \text{ total} = 3518.5 \text{ Kg}$$

$$\$/\text{Kg} = \$167.-$$

$$\text{Costo/Recipiente} = \$552,000$$

$$\text{Costo total (3 tanques)} = \$1,656,000$$



UNIDAD

DESCRIPCION

KOHARDA TABASCO  
ANALISIS DE  
ALTERNATIVAS (Alt. III)

PLANTA

A MONTADO

PROYECTO NO.

PA A - 1980-01

DEPTO.

E. C.

CALCULO

CLH.

AREA

APROBO

HOJA

25

DE

36

FECHA

MARZO-82

REV.

CHECADOR

FECHA

REV.

CHECADOR

FECHA

REV.

CHECADOR

FECHA

TH. 217/218/219 TANQUES A HOR. + GUARDOS A LA DESCARGA

$$\phi = 1.524 \text{ m}$$

$$L \text{ (entre tangentes)} = 3.81 \text{ m}$$

$$e = 7/8''$$

Material A.C. 285-C

Calculo de Area -

$$\text{Cuerpo} - A = \pi \phi L = \pi (1.524) (3.81) = 18.24 \text{ m}^2$$

$$\text{Tapas} - A = 1.3 \frac{\pi \phi^2}{4} = 1.3 \frac{\pi (1.524)^2}{4} = 2.37 \text{ m}^2 = 4.74 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{total}} = 22.98 \text{ m}^2$$

$$e = 7/8''$$

$$W = 179.38 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$W_{\text{total}} = 4007.28 \text{ Kg}$$

$$\frac{\$}{\text{Kg}} = \frac{\$ 152}{-}$$

$$\text{Costo / recipiente} = \$ 629,000$$

$$\text{Costo total (3 tanques)} = 1,887,000 -$$



UNIDAD

LOQUEADA (L. 1.1.1.1)

DESCRIPCION

Cilindros de almacenamiento de amoníaco (Alt. IV)

PLANTA

AMONÍACO

PROYECTO NO.

PAI-1390-001

AREA

HOJA

26

DE

36

DEPTO.

I. C.

CALCULO

C. LOPEZ

APROBO

FECHA

Marzo-32

REV.	CHACADOR	FECHA	REV.	CHACADOR	FECHA	REV.	CHACADOR	FECHA

III. CALCULO de costo de los cilindros de almacenamiento de amoníaco

III-101 Tanque de almacenamiento de amoníaco  
cilindros API

Material A.C. - 285-C

 $\phi = 23 \text{ m}$  $h = 15.50 \text{ m}$  $t = 1/4"$ Cap = 6038  $\text{m}^3$ 

Calculo de áreas

$$A_{\text{cuerpo}} = \pi \phi h = \pi (23) (15.50) = 1120 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{fondo}} = \pi \frac{\phi^2}{4} = \pi \frac{(23)^2}{4} = 415.5 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{tapa}} = 2 \times \pi \frac{\phi^2}{4} = 2 \times 415.5 = 831 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{total}} = 2076.5 \text{ m}^2$$

$$S = \frac{49.80 \text{ Kg}}{\text{m}^2} \Rightarrow t = 1/4"$$

$$S_{\text{total}} = 2076.5 \text{ m}^2 \left( \frac{49.80 \text{ Kg}}{\text{m}^2} \right) = 103,360 \text{ Kg}$$

$$\text{Costo} = 103,360 \text{ Kg} \times \$ 157 \frac{\text{Kg}}{\text{Kg}} = \$ 16,128,000$$

III-213 Tanque acumulador de amoníaco  
cilindros API

Material A.C. - 285-C

 $\phi = 1.07 \text{ m}$  $h = 5.49 \text{ m}$ Cap = 4.44  $\text{m}^3$  $t = 1/4"$ 

Calculo de áreas

$$A_{\text{cuerpo}} = \pi \phi h = \pi (1.07) (5.49) = 18.45 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{tapas}} = 2 \times \pi \frac{\phi^2}{4} = 2 \times \pi \frac{(1.07)^2}{4} = 2.24 \text{ m}^2$$





UNIDAD

LOMBARDO TABASCO

DESCRIPCION

ANALISIS DE  
ALTERNATIVAS. (Al IV)

PLANTA

ANONIA CU

PROYECTO NO.

PAB-1980-001

AREA

HOJA

27

DE

36

DEPTO.

E. C.

CALCULO

C. L. H.

APROBO

FECHA

Marzo-82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$A_{\text{total}} = 20.79 \text{ m}^2$$

$$w = 49.80 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} \quad l \Rightarrow \frac{1}{4}''$$

$$W_{\text{total}} = 20.79 \text{ m}^2 (49.80 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}) = 1035.34 \text{ Kg}$$

$$\text{Costo} = 1035.34 \text{ Kg} \times \frac{\$152}{\text{Kg}} = \$157,371.68$$



UNIDAD

LAMBADA TABASCO

DESCRIPCION

ANALISIS DE ALTERNAS  
+ I.V.A.S (IV)

PLANTA

ANODIADO

PROYECTO NO.

PAA-1380-001

AREA

HOJA

28 DE 36

DEPTO.

I. C

CALCULO

CLH

APROBO

FECHA

Marzo-82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
1	JMR	10 X 82						

BC-203-204-205 TRENES DE COMPRESION FIPO  
CENTRIFUGO

N° ETAPAS 8

POTENCIA - 2000HP

REF - APPLIED PROCESS DESIGN FOR CHEMICAL &  
PETROCHEMICAL PLANTS TABLA 1-12 pag-42

X = 3.05

y = 5.42

$$\$(1960) \cdot \$180,000 \text{ U.S}$$

DE LOS INDICES CO plant cost index publicadas  
por (Chemical) Engineering para Bombas y Compresio-  
nes:

I 1960 = 100

I 1982 = 336.9

$$\$(1982) = \$(1960) \frac{I_{1982}}{I_{1960}}$$

$$\$(1982) = \$180,000 \text{ U.S} \frac{336.9}{100}$$

$$\$(1982) = \$606,000 \text{ U.S}$$

CONSIDERANDO UNA PORCIONAD  $\$70 \text{ M} / \$1,000 \text{ U.S}$   $\Delta$

$$\$ \text{OPROX/VREN COMP} = 42,400,000 \text{ U.S} \quad \Delta$$



UNIDAD

LONBARRA TABASCO

DESCRIPCION

ANALISIS DE  
ALTERNATIVAS (IV)

PLANTA

AMONIACO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

HOJA

DE

29 36

DEPTO.

TC

CALCULO

CLH

APROBO

FECHA

MARZO-82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
1	JMR	10 X 82						

$$\$ \text{ total (3 TRENES)} = \$127,200,000$$

TH-209 TANQUE SEPARADOR DE LIQUIDOS

Mat A 0285-C  $\phi = 4.14 \text{ m}$

$h = 6.21 \text{ m}$

$t_c = 1/4"$

Cajuela de Area

$$A_{\text{cuerpo}} = \pi \phi h = \pi (4.14 \text{ m}) (6.21 \text{ m}) = 80.77 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{tapas}} = 1.5 \frac{\pi \phi^2}{4} = 1.5 (1.7) \frac{(4.14)^2}{4} = 26.19 \frac{\text{m}^2}{\text{tapa}} \times 2 \text{ tapas}$$

$$A_{\text{tapas}} = 40.38 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{total}} = 121.15 \text{ m}^2$$

$$w/\text{m}^2 = 49.36 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$w_{\text{total}} = 6028.42 \text{ m}^3$$

$$\$/\text{kg} = \$152/\text{kg}$$

$$\$ \text{ RECIP} = \$947,000$$

$$+ \text{Malla} = 100,000$$

$$\$ \text{ total A PROX} = 1,047,000$$



UNIDAD

LOMBARDIA TABASCO

DESCRIPCION

ANALISIS DE  
ALTERNATIVAS (IV)

PLANTA

AMONIACO

PROYECTO NO.

PAA-1990-001

AREA

HOJA

30 DE 36

DEPTO.

TC

CALCULO

C.V.I.

APROBO

FECHA

MARZO-82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

14-219/215/21 TANQUES SEPARADORES DE ACEITE

Mat de 285-0  $\phi = 1.8m$   $h = 2.7m$   $t = 1"$

Calculo de Areas

$$A_{\text{CUERPO}} = \pi \phi h = \pi (1.8)(2.7) = 15.27 m^2$$

$$A_{\text{TAPAS}} = 15 \pi \frac{\phi^2}{4} = 15 \pi \frac{(1.8)^2}{4} = \frac{3.92m^2}{16m} \times 2 \text{ TAPAS} = 7.63m^2$$

$$A_{\text{Total}} = 22.9 m^2$$

$$\frac{w}{m^2} = \frac{t = 1"}{199} 18 \frac{kg}{m^2}$$

$$w_{\text{Total}} = 455.5 kg$$

$$\frac{\$}{kg} = 157$$

$$\$/\text{RECIBO} = 716,000$$

$$\$/\text{TOTAL} = 1.1 = 2,193,02$$

CH-213

Calculo de Areas

Mat de 285-0

$$A = 3.635 m^2$$

Costo de un cambio de tubos en

una parte de la planta de Acido de Ammonio

es de \$8,000/m<sup>2</sup>

$$\$/\text{calentador} = 30,000$$

**Fi**

UNIDAD

LONGBARZA TABISCO

DESCRIPCION

ANALISIS DE  
ALTERNATIVAS (IV)

PLANTA

AMODIACO

DEPTO.

IC

PROYECTO NO.

PA-1980-001

CALCULO

CLH

AREA

APROBO

HOJA

31

DE

36

FECHA

MARZO-82

REV.	CHACADOR	FECHA	REV.	CHACADOR	FECHA	REV.	CHACADOR	FECHA
1	JMR	10 x 02						

CH 206/207/208 TURBINAS INTERMEDIAS DE TREVE  
DE COMPRESION

Mat. A.C.

 $\Delta = 30.1 \text{ ft}^2$ 

Ref. del Ludwig Applied Process Design for  
Chemical & Petrochemical Plants tabla 1-12  
pag 43

 $x = 3.00$  $y = 3.60$ 

De la Fig 1.29 pagina 20

 $\$(1960) = 2,800 \text{ U.S. Dls}$ 

De los indices de plant cost index publica-  
dos por Chemical Engineering para equipo  
fabricado:

 $I_{1960} = 100$  $I_{1982} = 321.84$  $\$(1982) = \$2,800 \left( \frac{321.84}{100} \right) = \$9,000 \text{ U.S.}$ Considerando una partida  $\$70.000/\$1.000$   $\Delta$  $\$/ENERGIA = \$630,000$   $\Delta$  $\$ \text{ total (3 alternativas)} = \$1,890,000$   $\Delta$



UNIDAD

LOMBARRA TABASCO

DESCRIPCION

ANALISIS DE  
ALTERNATIVAS  
AL (IV)

PLANTA

AMONIACO

DEPTO.

TC

PROYECTO NO.

PAB-1980-001

CALCULO

C/H

AREA

APROB.

HOJA

32

DE

36

FECHA

MAYO-82

REV.	CHCABOR	FECHA	REV.	CHCABOR	FECHA	REV.	CHCABOR	FECHA
1	JMA	10X82						

CH-211/212

CONDENSADORES DE AMONIACO

Materia D.C.

 $\Delta = 530 \text{ ft}^2$ 

De la misma referencia que el equipo anterior

$$x = 3.00 \quad y = 3.60$$

De la fig. 1.29 pag. 40

$$\$(1960) = 4000 - 0 \text{ \$}$$

De los valores de plant para equipo fabricado -

$$I(1960) = 100$$

$$I(1982) = 321.84$$

$$\$(1982) = \$4000 \cdot (321.84) = \$12,873.60$$

Considerando una potencia  $\$70 \text{ kW} / \$100 \text{ kW}$ 

$$\$/\text{Condensador} = \$903,000 \quad \Delta$$

$$\$/\text{total (2 Condens.)} = 1,806,000 \quad \Delta$$



UNIDAD  
LOMBARDA TABASCO  
 DESCRIPCION  
ANALISIS DE ALTERNATIVAS (IV)

PLANTA  
AMONIA CO  
 PROYECTO NO.  
PAA-1980-001  
 AREA  
—  
 HOJA  
33 DE  
36  
 DEPTO.  
T.C.  
 CALCULO  
C.H.  
 APROBO  
—  
 FECHA  
Marzo-82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
1	JMR	10 X 82						

TH-201/202/203 TANQUES ANORTIGUADORES DE FRENS DE COMPRESION

Mat - A.C 285-C.  $\phi = 2.7m$   $h = 4.05m$   
 $t = \frac{1}{2}''$

Calculo de Areas:

$$A_c = \pi \phi h = \pi (2.7m) (4.05m) = 34.35 m^2$$

$$A_t = 1.5 \pi \frac{\phi^2}{4} = 1.5 \pi \frac{(2.7)^2}{4} = 8.59 \frac{m^2}{\text{tapa}} \times \text{2 tapas} = 17.18 m^2$$

$t = \frac{1}{2}''$

$$A_{\text{total}} = 51.53 m^2$$

$$\frac{W}{Kg} = 89.59 \frac{Kg}{m^2}$$

$$W_{\text{total}} = 5132 Kg$$

$$\$/Kg = \$157$$

$$\$/\text{aprox RECIP} = \$806,000.$$

$$\$/\text{total (3 RECIP)} = \$2,418,000.$$

BA-102A/B

DE LOS DATOS PROPORCIONADOS EN ALTERNATIVA I

$$BOMBA ICMA = \$198,000$$

ESCALANDO POR CAPACIDAD

$$\text{BOMBA 20HP} = 198,000 \left(\frac{20}{10}\right)^{0.6} = 300,000 \$$$

$$\text{COSTO TOTAL} = 300,000 * 2 = 600,000 \$$$



UNIDAD  
Lanzada Tamaso  
DESCRIPCION  
ANALISIS DE ALTERNATIVAS  
(Alt V)

PLANTA  
A MONIACO  
PROYECTO NO.  
PAA-1980-001  
AREA  
HOJA  
34 DE 36  
DEPTO.  
Los Castas  
CALCULO  
CLH  
APROBO  
FECHA  
Marzo-82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
1	JMR	10 X 82						

### VI- CALCULO DE COSTO DE EQUIPO PRINCIPAL ALTERNATIVA V

AN-02/103/... tanques de almacenamiento de amoníaco  
cilindros horizontal

Material - AC 285-C  $\phi = 3.7m$  Long = 10m

w aprox/tanque = 44,627 Kg Cap = 193.5m<sup>3</sup>

Aplicando el costo por kg para este tipo de Material

$$44,627 \text{ Kg} \times \frac{\$7179}{\text{Kg}} = \$7'800,000 / \text{tanque}$$

Para cubrir los requerimientos de capacidad  
requerimos de 37 tanques, por lo que el costo  
total sera:

$$\text{Costo} = \$7'800,000 \times 37 = \$289,600,000$$


DA-103A/B

30-101 A/B - BOMBAS DE CARGA Y DESCARGA DE AMONIACO - A TANQUES

CR = 3036 RPM  $\text{HP} = 5/4 P$

TIPO - CENTRIFUGA ENFRIADA -

Como referencia tenemos:

Bomba 10HP - \$ 198000 - 

Escalando por capacidad tenemos -

$$\$ \text{BOMBA } 5HP = 198000 \cdot \left(\frac{5}{10}\right)^{0.6} = 131111$$

$$\text{Costo total} = 131,000 \times 2 = \$262,000$$







UNIDAD

LOMBARDA TABASCO

DESCRIPCION

ANALISIS DE ALTERNATIVAS (ALT. V)

PLANTA

AHOYACCO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

-

DEPTO.

EC

CALCULO

CLH

APROBO

HOJA

DE

35 36

FECHA

Abril -82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

ALTERNATIVA N° 5

UR-201

UNIDAD DE REFRIGERACION

CAP = 642 tons - de Refrig

DEL CHEMICAL ENGINEERING HANDBOOK

PERRY - 5th Edition pag 25-22

FIG - 25-5

T<sub>SUCCION</sub> = +40°F

CAP = 642 tons

$$\frac{\$ 1969 = 180,000 - U.S. (1969)}{\quad}$$

I 1969 = 285

I 1982 = 336.9

INDICES VOLUMEN DEL CHEMICAL ENGINEERING

$$\frac{\$ (1982) = 180,000 \left( \frac{336.9}{285} \right) = \$212,800 - U.S.}{\quad}$$
$$\frac{\$47/DII \quad \text{Costo} = \$10,000,000 -}{\quad}$$



UNIDAD

LOMBARDA LOMASCO

DESCRIPCION

ANALISIS DE ALTOB-  
NATIVAS (ALT V) y (ALT VI)

PLANTA

AMONIACO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

HOJA

36 DE 36

DEPTO.

ING. Costos

CALCULO

ALH

APROBO

FECHA

Marzo 83

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
1	JMR	10 X 82						

BA-105 A/B BOMBAS DE TRANSFERENCIA DE AMONIACO

Q = 51 GPM

Tot. = 5 HP

TIP = CENTRIFUGA EMILAJA

DE LA MISMA FORMA FENEROS

$$\frac{1}{2} \text{ BOMBA } 1/4 \text{ HP} = 198,000 \left( \frac{5}{10} \right)^{0.6} = \$131,000$$

$$\text{Costo total} = 131,000 \times 2 = 262,000$$

II := CALCULO DE COSTO PRINCIPAL ALTERNATIVA IIITE-101 : TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO ESFERICO

DE ALTERNATIVA II \$ 336,000,000.-

BA-102 A/B : BOMBAS DE CARGA DE AMONIACO

DE ALTERNATIVA II \$ 364,000.-

UR-103 : UNIDAD DE REFRIGERACION

DE ALTERNATIVA II \$ 14,896,000.-



UNIDAD

LONBAPUL TAPASCO

DESCRIPCION

SUMARIO DE SERVICIOS PARA  
ALTERNATIVASPLANTA  
ALM. DE MUNDIALDEPTO.  
PROCESOPROYECTO NO.  
PAA-1987-001CALCULO  
JMR

AREA

APROBO

HOJA

DE

FECHA

JUNIO, 1982

REV.

CHECADOR

FECHA

REV.

CHECADOR

FECHA

REV.

CHECADOR

FECHA

## RESUMEN

SERVICIO	CASO	ALTERNATIVA	ALTERNATIVA	ALTERNATIVA	ALTERNATIVA	ALTERNATIVA	ALTERNATIVA
		I	II	III	IV	V	VI
FLUIDO ELECTRICO (KWATTS)	9160V 440V	1,022.50 71.70	- 2,275.20	953.95 71.70	4,431.69 22.94	- 11.54	- 2,261.16
VAPOR DE 75# (5.3 kg/68g) (TON/HR)		-	-	-	0.52	-	-
AGUA DE ENFRIAMIENTO (TON/HR)		298.76	-	298.76	864.95	-	-
CONDENSADO DE VAPOR (TON/HR)		8.17	-	8.17	49.05	-	-



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

SUMARIO DE SERVICIOS PARA  
ALTERNATIVAS

PLANTA

ALM. DE AMONIAO

PROYECTO NO.

DAA-1980-001

AREA

HOJA

2

DE

4

DEPTO.

PACCEO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

JUNIO, 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

ALTERNATIVA I :		(TON/HR)	(KW)	(TON/HR)	(TON/HR)
SERVICIO	VAPOR	ELECTRICIDAD	AGUA DE ENFRIAMIENTO	CONDENSADO	
EQUIPO	5.3 kg/m <sup>2</sup> G	4160 V 440V			
BC-201	—	—	—	2.044	
MC-202	—	340.83	—	—	
AC-203	—	—	—	2.044	
MC-204	—	340.83	—	—	
BC-205	—	—	—	2.044	
MC-206	—	340.83	—	—	
BC-207	—	—	—	2.044	
MC-208	—	—	13.70	—	
CH-214	—	—	—	104.58	
CH-215	—	—	—	104.58	
CH-216	—	—	—	11.90	
MC-103	—	—	8.50	—	
MC-105	—	—	8.50	—	
MP-219	—	—	41.00	—	
CH-217	—	—	—	77.70	
TOTAL	—	1022.49	71.70	298.76	

ALTERNATIVA II :		(TON/HR)	(KW)	(TON/HR)	(TON/HR)
SERVICIO	VAPOR	ELECTRICIDAD	AGUA DE ENFRIAMIENTO	CONDENSADO	
EQUIPO	5.3 kg/m <sup>2</sup> G	4160 V 440V			
RA-102A	—	—	2.08	—	
RA-102B	—	—	2.08	—	
UR-103	—	—	2,257.00	—	
BC-104	—	—	14.00	—	
TOTAL	—	—	3,275.16	—	

NOTA

NO SE CONSIDERAN CONSUMOS EN CUARTO DE CONTROL PARA LAS ALTERNATIVAS



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

SUMARIO DE SERVICIOS PARA  
ALTERNATIVASPLANTA  
ALM. DE ANTONILLO

DEPTO. PROCESO

PROYECTO NO.  
PAA-1980-001

CALCULO

AREA

APROBO

HOJA

DE

FECHA

3

4

JUNIO, 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

## ALTERNATIVA III

SERVICIO EQUIPO	(TON/HR) VAPOR	(KW) ELECTRICIDAD		(TON/HR) AGUA DE ENFRIAMIENTO	(TON/HR) CONDENSADO
	5.3 kg/cm <sup>2</sup> G	4160 V	440 V		
BC-202	—	317.82	—	—	2.044
BC-203	—	317.82	—	—	2.044
BC-204 *	—	317.82	—	—	2.044
CH-214	—	—	—	104.58	—
CH-215	—	—	—	104.58	—
BA-102A	—	—	8.50	—	—
BA-102B	—	—	8.50	—	—
CH-216	—	—	—	11.90	—
CH-217	—	—	—	77.70	—
MN-219	—	—	41.00	—	—
BC-207	—	—	13.70	—	2.044
TOTAL	—	953.45	71.70	298.76	8.17

## ALTERNATIVA IV

SERVICIO EQUIPO	(TON/HR) VAPOR	(KW) ELECTRICIDAD		(TON/HR) AGUA DE ENFRIAMIENTO	(TON/HR) CONDENSADO
	5.3 kg/cm <sup>2</sup> G	4160 V	440 V		
BC-203	—	1477.23	—	—	16.35
BC-204	—	1477.23	—	—	16.35
BC-205	—	1477.23	—	—	16.35
CH-206	—	—	—	12.05	—
CH-207	—	—	—	12.05	—
CH-208	—	—	—	12.05	—
CH-211	—	—	—	414.40	—
CH-212	—	—	—	414.40	—
CH-213	0.52	—	—	—	—
BA-102A	—	—	11.47	—	—
BA-102B	—	—	11.47	—	—
TOTAL	0.52	4431.69	22.94	864.95	49.05

## ALTERNATIVA V

SERVICIO EQUIPO	(TON/HR) VAPOR	(KW) ELECTRICIDAD	(TON/HR) AGUA DE ENFRIAMIENTO	(TON/HR) CONDENSADO
BA-101A	—	—	2.29	—
BA-101B	—	—	2.29	—
BA-105A	—	—	3.48	—
BA-105B	—	—	3.48	—
TOTAL	—	—	11.54	—



UNIDAD

LOMBARDA TABASCO

DESCRIPCION

SUMARIO DE SERVICIOS PARA  
ALTERNATIVAS

PLANTA

ALM. DE AMONIACO

PROYECTO NO.

PAA-1989-001

AREA

HOJA

DE

4 4

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMA

APROBO

FECHA

ENCLAS 1983

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

## ALTERNATIVA VI

SERVICIO EQUIPO	(TON/HR)	(KW)	(TON/HR)	(TON/HR)
	VAPOR	ELECTRICIDAD	AGUA DE	CONDENSADO
	5.3 kg/cm <sup>2</sup> G	9160 V	940 V	EXPERIENCIA
BA-102 A	—	—	2.08	—
BA-102 B	—	—	2.08	—
UR-103	—	—	2,253.00	—
	—	—	3261.16	—



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

ANALISIS DE ALTERNATIVAS

INVERSION TOTAL FIJA

PLANTA

AMONIA CO

DEPTO.

COSTOS

PROYECTO NO.

PAA-1982-001

CALCULO

CLH

AREA

APROBO

HOJA

DE

FECHA

1 5

OCT. 82

ALTERNATIVA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
<del>COSTO</del>	I	JMR	ENERO 83						
%									
EQUIPO (E)	100								
Materiales directos (m)	62								
Mãno de obra directa (L)	58								
TOTAL DIRECTOS (D=E+m+L)	210								
Indirectos * (I)	40								
TOTAL MODULO BARE (D+I)	330								
CONTINGENCIAS	25								
INVERSION FIJA	385								
TOTAL (M.\$)									
A VALOR PRESENTE									

\* % SOBRE TOTAL DIRECTOS

UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

 ANALISIS DE ALTERNATIVAS:  
 COSTO DE SERVICIOS

PLANTA

ALM. DE AMONIACO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

HOJA

2

DE

5

DEPTO.

COSTOS

CALCULO

CLM

APROBO

FECHA

OCTUBRE, 82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

SE CONSIDERARAN LOS SIGUIENTES COSTOS PARA SERVICIOS (BASE DATOS DE PEMEX):

- 1) VAPOR 5.3 kg/cm<sup>2</sup> = 55.00 \$/TON
- 2) AGUA DE ENFRIAMIENTO = 0.60 \$/TON
- 3) CONDENSADO = 12.90 \$/TON
- 4) ELECTRICIDAD = 1.90 \$/KW-H
- 5) AMONIACO = \$/TON











UNIDAD

DESCRIPCION

COMPARDA TERA  
ANALISIS ALTERNATIVAS  
(ECONOMICO)

PLANTA

PROYECTO NO.

AREA

HOJA 5

DE

5

DEPTO.

CALCULO

APROBO

FECHA

10 de OCTUBRE 82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
------	----------	-------	------	----------	-------	------	----------	-------

CONCEPTO	I	II	III	IV	V	VI
INVERSION	413'596	362'943	426'246	591'000	151'628	355'816
FIJA						
M\$						
ANALISIS COSTOS VARIABLES BASE ANUAL						
COSTOS DE FIJA	2'440	2'440	2'440	3'700	4'360	2'440
M\$						
COSTOS DE SEREN	16'967	31'125	16'021	69'121	158	30'930
M\$						
TOTAL M\$	19'407	33'565	18'461	72'821	4'518	56'700

\* CONSIDERAR EN LA PERDIDA DE AMONIAO QUE SE QUEMA:

$283.47 \frac{kg}{M^3} * 1000 \frac{M^3}{TON} = 283,470 \text{ TON}$   
 $72000 \frac{kg}{TON} * 283,470 \text{ TON} = 20,411,160 \text{ kg}$   
 $20,411,160 \text{ kg} = 20,411.16 \text{ TON}$



UNIDAD

DESCRIPCION

LOMBARDA, TABASCO

NOMENCLATURA CALCULO DE  
QUEMADOR (FLARE)

PLANTA

ALM. DE BARRILES

PROYECTO NO.

PAA-1982-001

AREA

HOJA

DE

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

JUNIO, 82

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

A = AREA TRANSVERSAL TANQUE SEPARADOR

X = CONCENTRACION DE CONTAMINANTE

C = COEFICIENTE DE ARRASTRE

C<sub>p</sub> = CORROSION PERMISIBLED<sub>t</sub> = DIAMETRO TANQUE SEPARADOR

D = DISTANCIA A LA FLAMA, VER FIG. 1

H = DIAMETRO DE QUEMADOR

E = EFICIENCIA DE JUNTA

S = EMISIVIDAD

H = ALTURA TANQUE SEPARADOR

H<sub>c</sub> = ALTURA CENTRO DE FLAMA, VER FIG. 1

H = ALTURA DE CHIMENEA

H<sub>e</sub> = ALTURA EFECTIVA DE CHIMENEAQ<sub>comb</sub> = CALOR DE COMBUSTION

K = RELACION DE CAPACIDADES CALORIFICAS

L, L' = LONGITUD DE FLAMA, RADIO DE LA CORONA (TAPAS)

M<sub>g</sub>, M<sub>w</sub> = VELOCIDAD DEL GAS EN CHIMENEA; VELOCIDAD DEL VAPOR  
M<sub>g</sub>, M<sub>w</sub> = VISCOSIDAD DEL GAS; VELOCIDAD DE SEPARACION  
M<sub>g</sub>, M<sub>w</sub> = LIQUIDO-GAS; VELOCIDAD SONICAP, P<sub>0</sub> = PRESION DE OPERACION; PRESION DE DISEÑOM<sub>w</sub> = PESO MOLECULARQ<sub>0</sub> = CALOR LIBERADO POR LA FLAMA, FLUJO DE CALOR

R, R' = RADIO TANQUE SEPARADOR; DISTANCIA A FLARE (VER FIG. 1)

R<sub>m</sub> = RADIACION DE GAS QUEMADOR<sub>e</sub> = N<sub>0</sub> DE REYNOLDS

S = ESFUERZO PERMISIBLE POR MATERIAL

T = TEMPERATURA

E = ESPESOR PLACA

W = FLUJO DE VAPOR

D<sub>r</sub>, D<sub>z</sub> = DISPERSION RADIAL Y AXIALP<sub>v</sub>, P<sub>l</sub> = DENSIDAD DE VAPOR Y LIQUIDO

X, Y, ΔX, ΔY = DISTANCIAS AL CENTRO DE FLAMA (VER FIG. 1)

**J. - CALCULO DEL QUEMADOR  
(FLARE)**



UNIDAD

LOMBADA, TABASCO

DESCRIPCION

CALCULO DE QUEMADORA  
(FLARE)

PLANTA

ALM. DE AMONIACO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

4.00

HOJA

DE

7

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

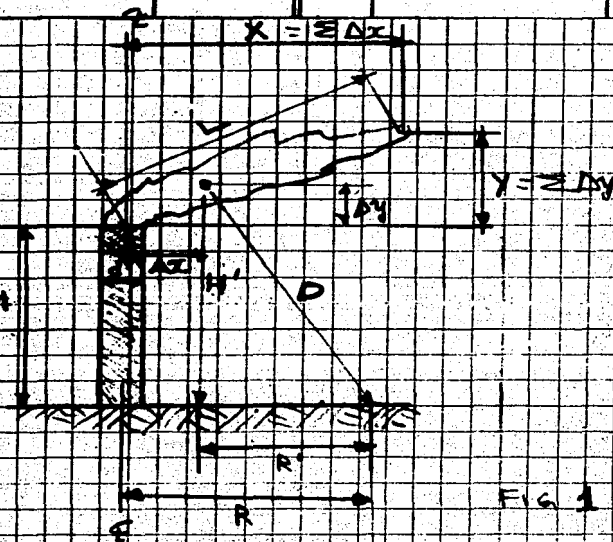
JMR

APROBO

FECHA

JUNIO, 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA



CALCULO MW-401

CALCULO BASADO EN  
API-521 SECC. 4, 5

## I) CALCULO DE CHIMENEA:

SE CONSIDERARA UN 20% MAS DE FLUJO DE AMONIACO  
COMO CONSIDERACION DE AUSENTO DE CHIMENEA

## a) DATOS:

$$\text{FLUJO} = 2355.5 \times 1.2 = 2802.6 \text{ kg/hr} = 6173.13 \text{ lb/hr}$$

$$\text{PESO MOLECULAR} = 17.03$$

$$\text{TEMPERATURA} = 6.99^{\circ}\text{C} = 504.6^{\circ}\text{R}$$

$$\text{CALOR DE COMBUSTION} = -75.74 \text{ kcal/mol} = -8012.46 \text{ BTU/lb}$$

$$\text{RELACION DE CALORES ESPECIFICOS} = 1.31$$

$$\text{PRESION EN LA CHIMENEA} = 1 \text{ psia} = 14.7 \text{ psia (FIRM)} \quad (19.7 \text{ psia BASE})$$

$$\text{VELOCIDAD DE DISEÑO DEL VIENTO} = 20.7 \text{ km/hr} = 13 \text{ MPH}$$

$$= 18.86 \text{ FT/SEC}$$

## b) DIAMETRO DE QUEMADORA:

$$\text{NO MACH} = 0.2$$

$$\therefore \text{VEL. VAPOR} = \text{NO MACH} \times \text{VELOCIDAD SONICA}$$

$$\text{VEL. SONICA} = 223 \sqrt{\frac{\gamma \cdot T}{P \cdot M}} = 223 \sqrt{\frac{1.31 \cdot 504.16}{17.03}}$$



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

CALCULO DE QUEMADURA  
(FLARE)

PLANTA

ALM. DE AM.

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

400

HOJA

2

DE

7

DEPTO

PROCESO

CALCULO

JMA

APROBO

FECHA

JUNIO, 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$M_3 = 1390.6 \text{ FEKPC} \quad (423.8 \text{ m/sec})$$

$$M_0 = \text{MAXIMA VELOCIDAD PERMISIBLE PARA EL GAS EN COMBUSTION} = 1390.6 * 0.2 = 278 \text{ FEKPC} \quad (84.8 \text{ m/sec})$$

$$\text{FLUJO} = \frac{6173.13}{3600} * \left( \frac{379}{1701} \right) * \left( \frac{509.6}{520} \right) = 37.07 \text{ CFS} \quad (1.05 \text{ m}^3/\text{sec})$$

$P_v = 21.62 \text{ lb/ft}^3$

$$\text{AREA REQUERIDA} = \frac{37.07}{1390.6} = 0.0266 \text{ FE}^2 \quad (0.0025 \text{ m}^2)$$

$$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0.0266}{\pi}} = 0.184 \text{ FE} = 2.2''$$

USAREMOS = 3'' (7.62 cm)

C) LONGITUD DE LA FLAMA

$$Q_{LIM} = \Delta H_{comb} * W = 9012.5 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}} * \frac{6173.13}{3600} \frac{\text{lb}}{\text{HR}} = 49461.63 \frac{\text{BTU}}{\text{HR}}$$

$$L \approx 2.5 \text{ FE} \quad (\text{Fig. A secc. A API-521})$$

(7.6 m)

D) DISTORSION DE LA FLAMA CAUSADA POR LA VELOCIDAD DEL VIENTO

$$\frac{U_{wv}}{U_0} = \frac{118.86}{278} = 0.068$$

$$\sum \frac{\Delta y}{L} = 0.54$$

$$\Rightarrow Y = \sum \Delta y = 13.5 \text{ FE} \quad (4.1 \text{ m}) \quad (\text{Fig. S, secc. A API-521})$$

$$\sum \frac{\Delta x}{L} = 0.73$$

$$\Rightarrow X = \sum \Delta x = 18.25 \text{ FE} \quad (5.6 \text{ m})$$





UNIDAD

LONBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

CALCULO DE QUEMADORA  
(FLARE)

PLANTA

ALM. DE ALUMINO

PROYECTO NO.

PAA-1982-001

AREA

400

HOJA

3

DE

7

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

JUNIO, 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

E) ALTURA REQUERIDA:

BASES DE DISEÑO:I) EMISIVIDAD DEL GAS RADIADO  $\epsilon = 0.61$  (Perry 10-59 50 cm)SE USARÁN 2/3 DE  $\epsilon$  DE AHUEROS CON SECC. A API-52  
YA QUE NOYORAS AL CALOR DE LA FLAMA ESPERADOS POR  
RADIACIONII) MAXIMA RADIACION PERMISIBLE A LOS 23 FE (7 m)  
DEL QUEMADOR DEBE SER 2000  $\frac{BTU}{HR \cdot FT^2} = 1$ III) MAXIMA CONCENTRACION DE NOX  $15 \frac{PPM}{HR}$  (ANSI-250.3-71)

$$D = \sqrt{\frac{E \cdot Q_{GAS}}{4 \pi R_M}} = \sqrt{\frac{0.4 \times 0.61 \times 49461.63}{4 \pi \times 2300}} = 28.36 \text{ FE}$$

$$H' = H + \frac{1}{2} Y \Rightarrow H = H' - \frac{1}{2} Y$$

$$R' = R - \frac{1}{2} X = 23.0 - \frac{1}{2} (18.25) = 13.88 \text{ FE}$$

$$D^2 = R'^2 + H'^2 \Rightarrow H' = \sqrt{D^2 - R'^2} = \sqrt{(28.36)^2 - (13.88)^2}$$

$$H' = 24.73 \text{ FE} \Rightarrow H = 24.73 - \frac{1}{2} (18.25)$$

$$\therefore H = 17.98 \text{ FE} = 5.5 \text{ m}$$

DE ALTURA MINIMA

PERFIL DE CONCENTRACIONES:

EQUACION DE GAUSS

$$C = \frac{W}{\pi u_w G_y G_z} \exp \left[ - \frac{h^2}{2 G_z} \right]$$

EL METODO ASME INDICA PARA ATMOSFERA INESTABLE:

$$G_y = 0.36 \times 0.86$$

$$G_x = 0.33 \times 0.86$$

$$W = 2802 \text{ kg/HR} = 778.59 \text{ kg/sec}$$

$$u_w = 18.86 \text{ FE/seg} = 51.75 \text{ m/seg}$$

$$Y = 4.1 \text{ m}$$

SE SUPONDRA UNA ALTURA DE  
CHIMENEA DE 7 m  $\therefore h_e = 11.1 \text{ m}$



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

CALCULO DE QUEMADORA  
(FLARE)

PLANTA

ALM. DE MANTEN.

DEPTO.

PROCESO

PROYECTO NO.

PA-1980-001

CALCULO

JMR

AREA

400

APROBO

HOJA

DE

FECHA

4

7

JUNIO 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

DISTANCIA (m)	$\sigma_y$ (m)	$\sigma_z$ (m)	$C$ (ppm/m <sup>3</sup> )
5	1.44	1.32	0.0
10	2.61	2.39	0.00019
15	3.69	3.39	0.01607
20	4.73	4.34	0.07958
25	5.73	5.26	0.15399
30	6.70	6.15	0.20407
35	7.65	7.02	0.22967
40	8.59	7.87	0.23590
45	9.50	8.71	0.23113
50	10.41	9.54	0.22056
55	11.29	10.35	0.20738
60	12.17	11.16	0.19329
65	13.04	11.96	0.17960
70	13.90	12.74	0.16646
75	14.75	13.51	0.15381
80	15.59	14.29	0.14301
85	16.42	15.07	0.13383
90	17.24	15.82	0.12626
100	18.89	17.31	0.10226
200	39.39	31.43	0.03755
300	48.58	44.65	0.01930
400	62.24	57.05	0.01191
500	75.47	69.10	0.00800
1000	136.06	125.46	0.00250
2000	240.90	227.29	0.00076
3000	352.07	322.75	0.00038
5000	546.26	500.75	0.00016
10000	991.62	908.09	0.0

← MAXIMA  
CONCENTRACION

MAXIMA CONCENTRACION PERMISIBLE = 15 ppm en ocho horas  
POR LO TANTO ESTA QUIMICA ES INACEPTABLE (ANSI-273.13-71)

SUPONIENDO CHIMENEA MAS ALTA SE LLEGO A LA SIGUIENTE  
ALTEZA

$$H = 14 \text{ m} \quad \therefore H_c = 18.1 \text{ m} \quad \text{ASI}$$

DISTANCIA (m)	$\sigma_y$ (m)	$\sigma_z$ (m)	$C$ (ppm/m <sup>3</sup> )
5	1.44	1.32	0.00
10	2.61	2.39	0.000000
15	3.69	3.39	0.000002
20	4.73	4.34	0.000349
25	5.73	5.26	0.003011
30	6.70	6.15	0.013733
35	7.65	7.02	0.028891
40	8.59	7.87	0.045909
45	9.50	8.71	0.060185
50	10.41	9.54	0.071784



UNIDAD

LAMBADA, TABASCO

DESCRIPCION

CALCULO DE QUEMADOR  
(FLARE)

PLANTA

ALM. DERMONIAU

DEPTO.

PROCESO

PROYECTO NO.

PAR-1982-001

CALCULO

JMR

AREA

4.00

APROBO

HOJA

5

DE

7

FECHA

JUNIO, 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA
------	----------	-------	------	----------	-------	------	----------	-------

DISTANCIA (mm)	$\sigma_y$ (mm)	$\sigma_{FH}$ (mm)	$\frac{\sigma_{FH}}{\sigma_y}$ (mm/mm)
50	11.29	10.36	0.917979
60	12.18	11.16	0.915447
65	13.04	11.96	0.918666
70	13.90	12.74	0.916549
75	14.75	13.52	0.916208
80	15.59	14.29	0.916328
90	16.42	15.06	0.917155
100	17.26	15.82	0.916032
110	18.08	16.57	0.916478
120	18.89	17.31	0.916207
130	19.70	18.06	0.916294
140	20.51	18.80	0.916325
150	21.30	19.54	0.917364
200	34.19	31.43	0.919233
300	48.60	44.35	0.912523
500	75.40	69.10	0.916449
1000	136.00	125.48	0.915249
2000	248.42	223.22	0.900750
5000	546.28	500.73	0.916857
10000	991.52	908.01	0.9156

← MAXIMA CONCENTRACION

POA LO TANTO  $H = 14m$

III) DISEÑO DEL SEPARADOR DE LIQUIDOS: (TH-402)

a) DIAMETROS Y ALTURA PARA PARTICULAS DE 150 μm Y MAYORES

$$u_0 = 0.145 \sqrt{\frac{\rho_L - \rho_v}{\rho_v C}}$$

C = COEFICIENTE DE ARRASTRE (FIG 8 SECC 5 API-521)

$\rho_L = 628.9 \text{ Kg/m}^3$

$\rho_v = 21.62 \text{ lb/ft}^3 = 346.6 \text{ Kg/m}^3$

$u_0 = 0.0095 \text{ ft}$

$$C(\rho_v)^2 = \frac{0.0119 \rho_v (\rho_L - \rho_v) (0.0037)^2}{(0.0095)^4} = \frac{0.0119 \times 346.6 \times (628.9 - 346.6) \times 0.0037^2}{(0.0095)^4}$$

$C(\rho_v)^2 = 50316$  de la FIG 8 SECC 5 API-521  $\Rightarrow C = 0.75$



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

CALCULO DE QUEMADOR  
(FLARE)

PLANTA

ALMA DE AMONIA

PROYECTO NO.

IAA-1980-001

AREA

400

HOJA

6

DE

7

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

JUNIO 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$M_D = 0.149 \sqrt{\frac{628.9 - 346.6}{346.6 * 0.75}} = 0.151 \text{ FE/SEC} \\ = 0.046 \text{ m/SEC}$$

$$W = \frac{2802.6 \text{ Kg/HR} * 1.2}{346.6 \text{ Kg/m}^3} = 9.7 \frac{\text{m}^3}{\text{HR}} = 0.0027 \frac{\text{m}^3}{\text{SEC}}$$

$$A = \frac{0.0027}{0.046} = 0.058 \text{ m}^2 = 0.646 \text{ Ft}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{0.646 * 4}{\pi}} = 0.907 \text{ Ft} = 10.8 \text{ in} \Rightarrow \text{USAR } 12'' \\ 0.3048 \text{ m}$$

DOMINARA ASUMI UNA RELACION DE ESBELTEZ

$$h = 2.5 * 12'' = 30 \text{ in} = 0.762 \text{ m} \\ = 215 \text{ FE}$$

PUEDE SELLARSE TUBERIA DE  
MECANICAL CON COSTURA EN A-100-B

b) CALCULO DE ESPESORES:

a) CUERPO:

$$t = \frac{AA}{SE - 0.6P_0} + C_1$$

$$P = 5.66 \text{ kg/cm}^2 \text{ A} = 80.8 \text{ psia} = 6.6 \text{ psia}$$

$$P_0 = 91.1 \text{ psia} (7.44 \text{ kg/cm}^2 \text{ A})$$

$$A = 6'' ; D = 12'' ; L = 12''$$

$$S = 13800 \text{ psia A-205-C o A-100-B}$$

$$E = 0.85 \text{ RADIOGRAFIADO POR PUNTOS CUERPO ; E=1 TAPAS}$$

$$C_1 = 1/16''$$

$$t = \frac{91.1 * 6}{13800 * 0.85 - 0.6(91.1)} + 0.0625 = 0.109''$$

PLACA 1/8'' MECANICAL SE  
USARA(CONSIDERANDO LA PRESION  
DE RELEVO MENOR EN  
CABEZAL UNICAMENTE)  
(PARA DISEÑO MECANICO)



UNIDAD

DESCRIPCION

LOMBARDA, TABASCO

CALCULO DE QUEMADOR  
(FLARE)

PLANTA

ALM. DE ANGIACO

PROYECTO NO.

DAA-1982-001

AREA

400

HOJA

7

DE

7

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

JUNIO, 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

6.2) TAPAS

$$t = \frac{P D'}{2(S E + 0.1 P)} + C_1 = \frac{91.1 \times 12}{2(13800 + 0.1 \times 91.1)} + 0.0625 =$$

$$t = 0.102 \text{ in TAPAS SEMIELIPTICAS}$$

$$t = \frac{0.885 P L'}{5 E - 0.1 P} + C_1 = \frac{0.885 \times 91.1 \times 12}{13800 - 0.1 \times 91.1} + 0.0625 =$$

$$t = 0.074 \text{ in TAPAS TORISFERICAS}$$

SE USARAN TAPAS SEMIELIPTICAS DE  $\frac{1}{8}$ " placa  
DIAMETRO RAINING 0.102 in (0.26 cm)

**K.- CALCULO DE LINEAS DE PROCESO**

**K.1.- Cálculo de Línea de Retorno a la Esfera**

**K.2.- Cálculo de Líneas de una Fase**

**- Flujo de Proceso**



UNIDAD

LAMPARDA TABASCO

DESCRIPCION

NOMENCLATURA DE CÁLCULO DE  
LÍNEA DE RETORNO A ESFERA

PLANTA

A.M. DE AMANAYAC

DEPTO.

PROCESO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

CALCULO

TMB

AREA

1.00

APROBADO

HOJA

DE

FECHA

JUNIO, 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

 $A$  = AREA DE FLUJO DE LA TUBERIA $D$  = DIAMETRO DE TUBERIA $E$  = RUGOSIDAD DE TUBERIA $F_L, F_V, F_G$  = FLUJO DE: FLUIDO ANTES DE LA VAPORIZACION; DE VA-  
 $F_L, F_V, F_G$  POR (L); DE LIQUIDO (L); FORMA DE FRACCION DE FANNING;  
PARA LIQUIDOS (L); PARA VAPOR (G) $g_c$  = CONSTANTE GRAVITACIONAL $H_F, H_V, H_L$  = ENTALPIA DE: FLUIDO ANTES DE LA VAPORIZACION (F);  
DEL VAPOR (V); DE LIQUIDO (L) $\Phi_P, \Phi_L, \Phi_V$  = PERDIDAS DE CAIDA (P); FLUJO VOLUMETRICO DE:  
LIQUIDO (L); VAPOR (V) $P$  = PRESION $Re_L, Re_G, Re$  = NUMERO DE REYNOLDS: FASE LIQUIDA (L); FASE  
VAPOR (G); FRACCION VOLUMENICA DE LIQUIDO (L);  
DE VAPOR (V) $AV$  = VELOCIDAD SUPERFICIAL $V_L, V_G$  = VELOCIDAD SUPERFICIAL DE: LIQUIDO (L); VAPOR (G) $X$  = RELACION DE CAIDAS DE PRESION FASE LIQUIDA Y  
FASE VAPOR $Y_G, Y_L$  = FUNCION DE RELACION DE CAIDAS DE PRESION  
PARA DOS FASES SIN: CAIDA DE PRESION EN FA-  
SE VAPOR (G); CAIDA DE PRESION EN FASE LIQUI-  
DA (L) $\left(\frac{\Delta P}{\Delta L}\right)_T, \left(\frac{\Delta P}{\Delta L}\right)_L$  = CAIDA DE PRESION EN LINEA PARA: DOS FA-  
SES (T); FASE LIQUIDA (L); FASE VAPOR (G) $\left(\frac{\Delta P}{\Delta L}\right)_G$  $\rho_G, \rho_L$  = DENSIDAD DE: VAPOR (G); LIQUIDO (L) $\mu_G, \mu_L$  = VISCOSIDAD DE: VAPOR (G); LIQUIDO (L) $\lambda, \Psi$  = FUNCIONES DE BAKER PARA DETERMINAR EL  
TIPO DE PATRON DE FLUJO $\sigma$  = TENSION SUPERFICIAL



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

CALCULO DE LINEA DE RE-  
TORNADO A ESFEA

PLANTA

ALM. DE ANONIMO

PROYECTO NO.

PAA-1999-001

AREA

100

HOJA

DE

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

APROBO

JMB

FECHA

JUNIO 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

1.- DAIOSENTRADA A  
VALVULA DE  
EXPANSION

$$P = 17.92 \text{ Kg/cm}^2 \text{ A}$$

$$T = 44.56 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$H_v = 150.835 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$$

SALIDA DE  
VALVULA DE  
EXPANSION

$$P = 4.63 \text{ Kg/cm}^2 \text{ A}$$

$$T = 16.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$H_v = 401.91 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$$

$$H_c = 101.655 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$$

$$\text{CASO DE OPERACION I} \Rightarrow F = 6060.61 \text{ Kg/HR}$$

$$\text{CASO DE OPERACION II} \Rightarrow F = 6577.10 \text{ Kg/HR}$$

$$\text{CASO DE OPERACION III} \Rightarrow F = 199.5 \text{ Kg/HR}$$

2.- BALENCE:

$$H_v F = H_v F_v + H_c F_L + Q_p ; F = F_L + F_v$$

SUA.  $Q_p = 0$  (PARA OBTENER MAXIMA SEPARACION DE FASES)CASO DE O.P. I:

$$F_L = 6060.61 - F_v$$

$$914152.11 = 616091.31 - 101.655 F_v + 401.91 F_v$$

$$F_v = 992.7 \text{ Kg/HR}$$

$$\therefore F_L = 5067.91 \text{ Kg/HR}$$

} 16.4% PESO  
DE  
VAPORIZACIONCASO DE O.P. II:

$$F_L = 6577.10 - F_v$$

$$992056.88 = 668595.10 - 101.655 F_v + 401.91 F_v$$

$$F_v = 1077.3 \text{ Kg/HR}$$

$$\therefore F_L = 5499.8 \text{ Kg/HR}$$

} 16.4% PESO  
DE  
VAPORIZACION





UNIDAD

LAMBADA, TABASCO

DESCRIPCION

CALCULO LINEA DE RETORNO  
A LA ESCERA

PLANTA

A.L.M. DE AMONIAM

PROYECTO NO.

PAA-1969-01

AREA

100

HOJA

2

DE

5

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMR

APROBADO

FECHA

JUNIO 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

CASO DE O<sub>2</sub> III:

$$F_L = 149.5 - F_V$$

$$22549.8 = 15197.4 - 101.655 F_V + 401.91 F_V$$

$$F_V = 24.5 \text{ kg/hr}$$

$$\therefore F = 125.0 \text{ kg/hr}$$

16.9% PESO DE VA  
PORIZACION3.- MODELO DE FLUJO:

PARAMETROS DE BARRA:

$$\lambda = \left[ \left( \frac{\rho_G}{0.075} \right) \left( \frac{\rho_L}{62.3} \right) \right]^{1/2}$$

$$\psi = \frac{73}{7.8} \left[ \frac{1}{\mu_L} \left( \frac{62.3}{\rho_L} \right)^2 \right]^{1/3}$$

$$\rho_G = 0.23 \text{ lb/ft}^3$$

$$\rho_L = 39.72 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu_G = 0.009 \text{ cp}$$

$$\mu_L = 0.163 \text{ cp}$$

$$\sigma' = 7.8 \frac{\text{dynes}}{\text{cm}}$$

$$\rho = 4.63 \text{ kg/m}^2 \text{A}$$

$$T = 11.5^\circ \text{C}$$

$$\lambda = \left[ \left( \frac{0.23}{0.075} \right) \left( \frac{39.72}{62.30} \right) \right]^{1/2} = 1.40$$

$$\psi = \frac{73}{7.8} \left[ \frac{1}{0.163} \left( \frac{62.3}{39.72} \right)^2 \right]^{1/3} = 6.90$$



UNIDAD	PLANTA	DEPTO.	
DESCRIPCION	NUM. DE MONEDA	PROCESO	
	PROYECTO NO.	CALCULO	
	AAA-1980-001	JMR	
	AREA	ANOS	
	100		
	HOJA	DE	FECHA
	3	5	JUNIO, 1981

LOMBARDA, TABASCO  
 CALCULO DE LINEA DE RETORNO  
 A LA ESFERA

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$D = 8" \Rightarrow A = 0.3474 \text{ ft}^2$$

	CASO OP. I	CASO OP. II	CASO OP. III
$\frac{F_L}{A}$	0.26	0.28	0.005
$\frac{F_L}{A} \lambda \psi$	49.32	49.33	25.30
$\frac{F_V}{A}$			

(EJ. 5-50 PLANTAS  
 A. SAO. S)

PATRON DE FLUJO:  
 ESTRATIFICADO

\* PARA  $D = 8"$  LOS  
 CASOS I y II TIENEN  
 DATOS TIPO SLUG  
 QUE POR INESTABILIDAD  
 DEBE EVITARSE

A- CALCULO CAIDA DE PRESION:

SE EMPLEARA EL METODO DE LOUHAERT, MARTINELLI

$$\left(\frac{\Delta P}{\Delta L}\right)_{FR} = \gamma_L \left(\frac{\Delta P}{\Delta L}\right)_L ; \left(\frac{\Delta P}{\Delta L}\right)_{TG} = \gamma_G \left(\frac{\Delta P}{\Delta L}\right)_G$$

$$V_L = \frac{q_L}{A} ; V_G = \frac{q_G}{A}$$

CASO DE OPERACION I:

$$q_L = 5067.91 \frac{\text{ft}^3}{\text{HR}} * \frac{1 \text{ hr}}{0.454 \text{ kg}} * \frac{1}{39.72 \text{ lb/ft}^3} * \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ sec}} = 0.078 \frac{\text{ft}^3}{\text{sec}}$$

$$q_V = 992.7 \frac{\text{ft}^3}{\text{HR}} * \frac{1 \text{ hr}}{0.54 \text{ kg}} * \frac{1}{0.23 \text{ lb/ft}^3} * \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ sec}} = 2.641 \frac{\text{ft}^3}{\text{sec}}$$

$$V_L = \frac{0.078}{0.3474} = 0.225 \frac{\text{ft}}{\text{sec}} ; V_G = \frac{2.641}{0.3474} = 7.602 \frac{\text{ft}}{\text{sec}}$$

$$\left(\frac{\Delta P}{\Delta L}\right)_L = \frac{4f}{D} \frac{V_L^2}{2g_c} ; \left(\frac{\Delta P}{\Delta L}\right)_G = \frac{4f}{D} \frac{V_G^2}{2g_c}$$



UNIDAD

LOMAARAA, TIGAS CO

DESCRIPCION

CALCULO LÍNEA DE RETORNO  
A LA ESFERA

PLANTA

ALM. AMONÍACO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

100

HOJA

4

DE

5

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMR

APROBADO

FECHA

JUN 19, 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$D = 7.981 \text{ m} = 0.665 \text{ ft}$$

$$Re_L = \frac{D V_L \rho_L}{\mu} = \frac{0.665 \times 0.225 \times 39.72}{0.163 \times 6.72 \times 10^{-4}} = 54,257$$

F. TURBULENTO

$$Re_g = \frac{D V_g \rho_g}{\mu_g} = \frac{0.665 \times 7.602 \times 0.23}{0.009 \times 6.72 \times 10^{-4}} = 174,909$$

F. TURBULENTO

$$\epsilon = 0.01 \text{ m} \text{ (VALOR CARBON)} \quad \frac{\epsilon}{D} = \frac{0.01}{7.981} = 0.0013$$

DE LA FIG 5.26 PERRY STROOK p. 5-22

$$\begin{cases} f_L = 0.0065 \\ f_g = 0.0060 \end{cases}$$

$$\left(\frac{\Delta P}{\Delta L}\right)_L = \frac{4 \times 0.0065 \times (0.225)^2}{0.665 \times 2 \times 32.2} = 0.00003 \text{ FE/FE}$$

$$\left(\frac{\Delta P}{\Delta L}\right)_g = \frac{4 \times 0.006 \times (7.602)^2}{0.665 \times 2 \times 32.2} = 0.032 \text{ FE/FE}$$

$$X = \left[ \frac{(\Delta P/\Delta L)_L}{(\Delta P/\Delta L)_g} \right]^{1/2} = \left( \frac{0.00003}{0.032} \right)^{1/2} = 0.031$$

FIG 5.51 PERRY STROOK  
p. 5-41LIQUIDO Y GAS  
TURBULENTO

$$\begin{cases} V_g = 2.25 \\ V_L = 2400 \end{cases}$$

$$\left(\frac{\Delta P}{\Delta L}\right)_{TF} = 2400 \times 0.00003 = 0.072 \text{ FE/FE}$$

$$\left(\frac{\Delta P}{\Delta L}\right)_{TF} = 2.25 \times 0.032 = 0.072 \text{ FE/FE}$$

FRACCION VOLUMENAL

$$R_L = 0.044$$

$$R_g = 0.956$$

Fig 5.52 PERRY STROOK  
p. 5-42

**fi**

UNIDAD

LAMARADA, YABASCO

DESCRIPCION

CALCULO LINEA DE RETORNO  
A LA ESFERA

PLANTA

ALM. AMONIAO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

AREA

100

HOJA

5

DE

5

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

TMR

APROBADO

FECHA

JUNIO, 1981

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

CASO	PROPIEDAD	V <sub>L</sub>	V <sub>G</sub>	Re <sub>L</sub>	Re <sub>G</sub>	F <sub>L</sub>	F <sub>G</sub>	X	(APD)
CASO de II		0.245	8.25	59,080	199000	0.007	0.008	0.070	0.104
CASO de III		0.006	0.187	1447	4302	0.011	0.004	0.055	3.7 * 10 <sup>-5</sup>

PARA los OTROS DOS CASOS DE OPERACION



UNIDAD

LINEA BARDA, TABASCO

DESCRIPCION

CALCULO DE LINEAS DE PROCESO

PLANTA

PLANTA DE PROCESO

DEPTO.

PROCESO

PROYECTO NO.

PIA 1002-201

CALCULO

KLH/JMK

AREA

200

APROBO

HOJA

DE

FECHA

NOV. 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

1) LINEA AA-120 (NH<sub>2</sub>), 118

FLUJO = 6654.23 kg/Hr

$P = 3.08 \text{ kg/m}^3 = 0.102 \text{ lb/ft}^3$

$F_v = 2160.46 \text{ m}^3/\text{Hr act.}$

$u = 0.0029 \text{ ft}$

DISCENO

$F_v = 2160.46 \times 1.20 = 2592.55 \text{ m}^3/\text{Hr}$

$u = 126.78 \text{ ft/sec}$

$F = 0.018$

$AP_{100} = 4.7 \text{ psi-100'$

DIAMETRO RECOMENDADO 8" @ 40'

3.) LINEA AA-124 (NH<sub>2</sub>), 125

132, 135

FLUJO = 149.53 kg/Hr

$P = 2.639 \text{ kg/m}^3 = 0.227 \text{ lb/ft}^3$

$F_v = 11.29 \text{ m}^3/\text{Hr}$

$u = 0.0029 \text{ ft}$

DISCENO

$F_v = 41.80 \times 1.2 = 49.30 \text{ m}^3/\text{Hr}$

$u = 24.2 \text{ ft/sec}$

$F = 0.0264$

$AP_{100} = 2.25 \text{ psi-100'$

DIAMETRO RECOMENDADO 2" @ 40'

2.) LINEA AA-121, 122, 123 (NH<sub>2</sub>)

133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140

FLUJO = 3327.12 kg/Hr

$P = 3.08 \text{ kg/m}^3 = 0.1192 \text{ lb/ft}^3$

$F_v = 1080.2 \text{ m}^3/\text{Hr act.}$

$u = 0.0029 \text{ ft}$

DISCENO:  $1080.2 \times 1.2 = 1296.28 \text{ m}^3/\text{Hr}$

$u = 247.58 \text{ ft/sec}$

$F = 0.025$

$AP_{100} = 45.85 \text{ psi-100'$

SE RECOMIENDA DIAMETRO 6" @ 40'

4.) LINEA AA-135, 137 (NH<sub>2</sub>)

FLUJO = 5250.5 kg/Hr

$P = 572.1 \text{ kg/m}^3 = 25.259 \text{ lb/ft}^3$

$F_v = 5.75 \text{ m}^3/\text{Hr}$

DISCENO:  $5.75 \times 1.2 = 6.9 \text{ m}^3/\text{Hr}$

$u = 0.932 \text{ ft-100'$

SE RECOMIENDA DIAMETRO 2" @ 40'



UNIDAD

LONBARCA TABASCO

DESCRIPCION

CALCULO LINEAS DE PROCESO

PLANTA

ALM. DE ANIMALES

PROYECTO NO.

DAA-1982-001

AREA

2.90

HOJA

DE

DEPTO.

PROLETO

CALCULO

CLH/TMR

APROBO

FECHA

NOV. 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

5. LINEA BA-139 (NH<sub>2</sub>)

FLUJO = 149.5 g/hr

P = 572.1 g/hr = 352.69 l/h<sup>2</sup>F<sub>v</sub> = 0.26 m<sup>3</sup>/hr

DISEÑO =

F = 0.26 \* 1.2 = 0.312 m<sup>3</sup>/hr  
= 1.38 gpm

P/3"

V = 0.602 F/V<sub>100</sub>L<sub>100</sub> = 0.183 pies/m<sup>3</sup>

SE RECOMIENDA Ø = 2 1/2" ID

6. LINEA AA-139 (NH<sub>2</sub>)

FLUJO = 572.1 g/hr

P = 572.1 g/hr = 37.059 l/h<sup>2</sup>F = 11.5 m<sup>3</sup>/hr

DISEÑO

FLUJO = 11.5 \* 1.2 = 13.8 m<sup>3</sup>/hr  
= 55.71 gpm

P/3" x 40'

V = 2.50 F/V<sub>100</sub>L<sub>100</sub> = 0.4610 pies/m<sup>3</sup>

SE RECOMIENDA LINEA DE 3" Ø



UNIDAD

COMBARDA TABASCO

DESCRIPCION

CALCULO DE LINEAS DE  
PROCESO.

PLANTA

DIN. DE ANILINAS

DEPTO

PROCESO

PROYECTO NO.:

PAR-1990-001

CALCULO

AREA

APROBO

HOJA

DE

FECHA

1

Julio 1992

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

1) LINEA: RA-121 (NH<sub>3</sub>), 122 (NH<sub>3</sub>) y  
123 (NH<sub>3</sub>)

$$\text{FLUJO} = 3629.53 \text{ Kg/hr.}$$

$$P = 3.639 \text{ Kg/m}^3 = 0.23 \text{ lb/ft}^3$$

$$F_v = 992.4 \text{ m}^3/\text{hr} = 25.22 \text{ MCFM}$$

DISEÑO:

$$F_v' = 25.22 \times 1.2 = 42.26 \text{ MCFM}$$

$$\phi = 4''$$

$$\phi = 6''$$

$$\Delta P_{\text{line}} = 2.4 \text{ psi-100'}$$

$$\Delta P_{\text{line}} = 0.35 \text{ psi-100'$$

SE ESCOGERA  $\phi = 6''$ 

$$\phi = 1\frac{1}{2}''$$

$$\phi = 1''$$

$$\Delta P_{\text{line}} = 0.65 \text{ psi-100'}$$

$$\Delta P_{\text{line}} = 4.5 \text{ psi-100'}$$

SE ESCOGERA  $\phi = 1\frac{1}{2}''$ 1) LINEA: BA-129 (NH<sub>3</sub>), 130 (NH<sub>3</sub>) y  
131 (NH<sub>3</sub>)

$$\text{FLUJO} = 3629.53 \text{ Kg/hr}$$

$$P = 2.50 \text{ Kg/m}^3 = .536 \text{ lb/ft}^3$$

$$F_v = 122.07 = 14.90 \text{ MCFM}$$

DISEÑO:

$$F_v' = 14.90 \times 1.2 = 17.88 \text{ MCFM}$$

$$\phi = 4''$$

$$\phi = 6''$$

$$\Delta P_{\text{line}} = 1.3 \text{ psi-100'}$$

$$\Delta P_{\text{line}} = .15 \text{ psi-100'}$$

SE ESCOGERA  $\phi = 4''$ 2) LINEA: RA-120 (NH<sub>3</sub>)

$$\text{FLUJO} = 7,209.06 \text{ Kg/hr}$$

$$P = 3.639 \text{ Kg/m}^3 = 0.23 \text{ lb/ft}^3$$

$$F_v = 1994.90 \text{ m}^3/\text{hr} = 20.44 \text{ MCFM}$$

DISEÑO:

$$F_v' = 20.44 \times 1.2 = 24.53 \text{ MCFM}$$

$$\phi = 6''$$

$$\phi = 8''$$

$$\Delta P_{\text{line}} = 1.2 \text{ psi-100'}$$

$$\Delta P_{\text{line}} = 0.3 \text{ psi-100'}$$

SE ESCOGERA  $\phi = 6''$ 3) LINEA: BA-132 (NH<sub>3</sub>)

$$\text{FLUJO} = 149.50 \text{ Kg/hr}$$

$$P = .58 \text{ lb/ft}^3 = 9.29 \text{ Kg/m}^3$$

$$F_v = 16.09 \text{ m}^3/\text{hr} = .568 \text{ MCFM}$$

DISEÑO:

$$F_v' = .568 \times 1.2 = .682$$

$$\phi = 1''$$

$$\phi = 1\frac{1}{2}''$$

$$\Delta P_{\text{line}} = 1.8 \text{ psi-100'}$$

$$\Delta P_{\text{line}} = .25 \text{ psi-100'}$$

SE ESCOGERA  $\phi = 1''$ 3) LINEA: RA-124 (NH<sub>3</sub>)

$$\text{FLUJO} = 149.50 \text{ Kg/hr}$$

$$P = 3.639 \text{ Kg/m}^3 = 0.23 \text{ lb/ft}^3$$

$$F_v = 41.08 \text{ m}^3/\text{hr} = 1.45 \text{ MCFM}$$

DISEÑO:

$$F_v' = 1.45 \times 1.2 = 1.74 \text{ MCFM}$$



UNIDAD

LOMBARDA TABESCO

DESCRIPCION

CALCULO DE LINEAS DE  
PROCESO

PLANTA

SIN DE ALUMBRADO

PROYECTO NO.

PAR - 1980 - 001

AREA

HOJA

DE

2

DEPTO

PROCESO

CALCULO

APROBO

FECHA

Julio 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

6) LINEA: BA-122 (NH<sub>3</sub>), 124 (NH<sub>3</sub>)

$$F_{k,10} = 3288,55 \text{ Kg/m}$$

$$A = 0,60 \text{ Kg/m}^3 = 536 \text{ l/m}^3$$

$$F_v = 382,39 = 13,50 \text{ McFH}$$

DISEÑO:

$$F'_v = 13,50 \times 1,2 = 16,20 \text{ McFH}$$

$$\phi = 3" \quad \phi = 4"$$

$$\Delta P_{100} = 4,5 \text{ psi-100} \quad \Delta P_{100} = 7,9 \text{ psi-100}$$

SE ESCOGERA  $\phi = 4"$





UNIDAD

LONBARDA TABASCO

DESCRIPCION

CALCULO DE LINEAS DE PROCESO

PLANTA  
UN DE ANONIMODEPTO  
PROCESO

PROYECTO NO.

CALCULO

PAA-1980-001

AG2

AREA

APROBO

HOJA

DE

FECHA

1

Nov / 1982

REV.	OPERADOR	FECHA	REV.	OPERADOR	FECHA	REV.	OPERADOR	FECHA

AREA 100

1) LINEA BA-101 - (NH<sub>3</sub>), 102 (NH<sub>3</sub>)

FLUIDO 40,000 kg/hr

 $P = 529.50 \text{ kg/m}^3 = 36.63 \text{ MPa}$  $F_v = 89.03 \text{ m}^3/\text{hr}$ 

DISEÑO:

 $F_v = 89.03 \times 1.2 = 106.84 \text{ m}^3/\text{hr}$  $F_v = 364.73 \text{ GPM}$ 

Sp.gr = .57

 $\phi = 6"$  $\Delta P_{100} = .28 \text{ psi}$  $\mu = .197 \text{ cP}$  $\sigma = 3.9 \text{ ft}^2/\text{seg}$  $f = .85$  $\Delta P_{100} = .237$ Recomendación  $\phi = 4"$  en base a tabla 2 $\phi = 4"$  $\Delta P_{100} = .2 \text{ psi}$  $\mu = .197$  $\sigma = 8.9 \text{ ft}^2/\text{seg}$  $f = .97$  $\Delta P_{100} = 2$ 2) LINEA BA-103 - (NH<sub>3</sub>)

FLUIDO 3,000 kg/hr

 $P = 636.50 \text{ kg/m}^3 = 37.34 \text{ MPa}$  $F_v = 11 \text{ m}^3/\text{hr}$ 

DISEÑO

 $F_v = 11 \times 1.2 = 13.2 \text{ m}^3/\text{hr}$  $F_v = 50.51 \text{ GPM}$ 

Sp.gr = .64

 $\phi = 2"$  $\Delta P_{100} = 2.1 \text{ psi}$  $\sigma = 5.7 \text{ ft}^2/\text{seg}$ Recomendación  $\phi = 2"$  en base a tabla 2 $\phi = 3"$  $\Delta P_{100} = .57 \text{ psi}$  $\sigma = 2.2 \text{ ft}^2/\text{seg}$ 3) LINEA AA-04 (NH<sub>3</sub>)RECIRCULACION DE BOMBAS BA-102/104  
A 40-104  
15% DEL FLUJO NOMINAL DE LA BOMBASFlujo 7000 kg/h  $\times 0.15 = 1050 \text{ kg}$  $P = 636.50 \text{ kg/m}^3 = 39.71 \text{ MPa}$  $F_v = 1.65 \text{ m}^3/\text{h}$ 

DISEÑO

 $F_v = 1.65 \text{ m}^3/\text{h} \times 1.2 = 1.98 \text{ m}^3/\text{h}$  $F_v = 8.72 \text{ GPM}$ 

Sp.gr = 0.64

 $\phi = 1\frac{1}{2}"$  $\Delta P_{100} = 0.3$  $\sigma = 1.7 \text{ ft}^2/\text{seg}$ 3) LINEA AA-105 - (NH<sub>3</sub>)

ENFRIAMIENTO DEBANDOS DE MOTORES BA-102/104

 $\phi \text{ Nominal} = 3\frac{1}{4}"$



UNIDAD

LOMBARDA TABASCO

DESCRIPCION CALCULO DE LINEAS DE  
PROCESO

PLANTA

ALM. DE ANONIMO

DEPTO.

PROCESO

PROYECTO NO.

PAA-1980-001

CALCULO

CLTJ

AREA

APROBO

HOJA 2

DE

FECHA

Nov / 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

a) LINEA AA-106-(MHS)

Flujo 7000 Kg/h

$$\rho = 636.50 \text{ Kg/m}^3 = 39.34 \text{ lb/ft}^3$$

$$F_r = 11 \text{ m}^3/\text{h}$$

DISEÑO

$$F_r = 11 \times 1.2 = 13.2 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$T_r = 58.54 \text{ GPM}$$

$$S_{gr} = 0.64$$

$$\phi = 2''$$

$$\phi = 3''$$

$$\Delta P_{100} = 2.1$$

$$\Delta P_{100} = 0.37$$

$$v = 5.2 \text{ ft/seg}$$

$$v = 2.7 \text{ ft/seg}$$

POR CRITERIO DE SUCCION DE LA

BOUBA SE SELECCIONA 3"φ

**L.- CALCULO DE LINEAS DE SERVICIOS**



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

NOMENCLATURA CALCULO DE  
LINEAS DE SERVICIOS

PLANTA

ALM. DE AMONIACO

PROYECTO NO.

PAA-1982-001

AREA

HOJA

DE

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

JULIO 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

 $CP =$  CONTRA PRESION $FV =$  FLUJO VOLUMETRICO DE DISEÑO $P_{aj} =$  PRESION DE AJUSTE DE VALVULA DE ALIVIO $U =$  VELOCIDAD DEL LIQUIDO EN LA LINEA $SG =$  DENSIDAD RELATIVA DEL LIQUIDO $\phi =$  DIAMETRO DE LA LINEA $\Delta P_1, \Delta P_2 =$  CAIDA DE PRESION; CAIDA DE PRESION POR CADA  
CIENTO PIES (100) $P =$  DENSIDAD DEL GAS.



UNIDAD  
**LOMBARDA, TABASCO**

DESCRIPCION  
**CALCULO DE LINEAS DE SERVICIOS**

PLANTA  
**ALM. DE ANONIMAS**

PROYECTO NO.  
**PM-1980-001**

AREA  
—

HOJA **1** DE **5**

DEPTO.  
**PROCESO**

CALCULO  
**JMR**

APROBO  
—

FECHA  
**JULIO, 1982**

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

1) LINEA: AA-800 (CBP) (800, 810, 811)

FLUJO = 8,175.60 kg/HR

SG = 1

$F_v = 8.175 \text{ m}^3/\text{HR} = 35.97 \text{ GPM}$

DISEÑO:

$F_v = 35.97 * 1.2 = 43.16 \text{ GPM}$

$\phi = 2"$   $\phi = 3"$

$D_{1.0} = 1.8 \text{ psi} \cdot 100'$   $D_{1.0} = 0.25 \text{ psi} \cdot 100'$

$V = 4.1 \text{ FT}/\text{SEG}$   $V = 2.2 \text{ FT}/\text{SEG}$

SE ESCOGERA  $\phi = 3"$

2) LINEA: AA-801 (CBP) (802, 803, 804, 805, 806, 807, 808)

FLUJO = 2,043.9 kg/HR

SG = 1

$F_v = 2.044 \text{ m}^3/\text{HR} \approx 9 \text{ GPM}$

DISEÑO

$F_v = 9 * 1.2 = 10.8 \text{ GPM}$

$\phi = 1\frac{1}{2}"$   $\phi = 1"$

$D_{1.0} = 0.55 \text{ psi} \cdot 100'$   $D_{1.0} = 0.44 \text{ psi} \cdot 100'$

$V = 2.6 \text{ FT}/\text{SEG}$   $V = 4.2 \text{ FT}/\text{SEG}$

SE ESCOGERA  $\phi = 1\frac{1}{2}"$

3) LINEA AA-820 (GNC) (821, 822, 823)

FLUJO = 18.27 SCMH (en LA PLANTA) y

$F_v = 18.27 \text{ m}^3/\text{HR} * 14.7 * 564 = 6.52 \text{ m}^3/\text{HR}$

$D = \frac{16 * 44.7}{0.731 * 564} = 0.12 \text{ lb}/\text{ft}^3$

$= 1.97 \text{ kg}/\text{cm}^3$

CONSIDERANDO LA OPERACION DEL CABEZAL DE GAS A 80 PSI Y TEMPERATURA AMBIENTE

DISEÑO:

$F_v = 6.52 \text{ m}^3/\text{HR} * 1.2 = 7.82 \text{ m}^3/\text{HR} = 0.26 \text{ MCF}/\text{HR}$

$\phi = 1\frac{1}{2}"$   $\phi = 3\frac{1}{4}"$

$D_{1.0} = 0.95 \text{ psi} \cdot 100'$   $D_{1.0} = 0.25 \text{ psi} \cdot 100'$

SE ESCOGERA  $\phi = 3\frac{1}{4}"$  POR CONFORMACION DE NO LLEVAR LINEAS MENORES EN RACK

4) LINEAS 50501, 502, 503, 504 y 505 (CAPS)

DE ACUERDO CON LO INDICADO EN EL "BALANCE DE SERVICIOS" A. 19 DE 19 SE USARA UN CABEZAL DE 1\frac{1}{2}" Y LINEAS DE 1"

5) LINEAS 830, 831, 832, 833, 834 (VBP)

DE ACUERDO CON LO INDICADO EN EL "BALANCE DE SERVICIOS" A. 19 DE 19 SE USARA UN CABEZAL DE 1\frac{1}{2}" Y LINEAS DE 1"

6) LINEA AA-520 (AES) y AA-520 (AER)

FLUJO = 303.26 m<sup>3</sup>/HR

SG = 1

DISEÑO:

$F_v = 303.26 * 1.2 = 364 \text{ m}^3/\text{HR} = 1,601.6 \text{ GPM}$

$\phi = 8"$   $\phi = 10"$

$D_{1.0} = 2.0 \text{ psi} \cdot 100'$   $D_{1.0} = 0.55 \text{ psi} \cdot 100'$

$V = 1.0 \text{ FT}/\text{SEG}$   $V = 7.9 \text{ FT}/\text{SEG}$

SE ESCOGERA  $\phi = 8"$  EL CABEZAL



UNIDAD

COMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

CALCULO DE LINEAS DE SERVICIOS

PLANTA ALM. DE AMONIACO

DEPTO.

PROCESO

PROYECTO NO.

CALCULO

PAA-1989-001

APROBO

JMA

AREA

HOJA

DE

FECHA

2

5

JULIO, 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	
7)	LINEAS AA-521 (RES) y AA-541 (AER)		10)		LINEAS AA-525 (RES) y		AA-545 (AER)		
	AA-523 (RES) y AA-540 (AER)								
	FLUJO = 104.58 m <sup>3</sup> /HR					FLUJO = 4.5 m <sup>3</sup> /HR			
	SG = 1					SG = 1			
	DISEÑO					DISEÑO			
	FV = 104.58 * 1.2 = 125.5 m <sup>3</sup> /HR					FV = 4.5 * 1.2 = 5.40 m <sup>3</sup> /HR			
	= 532.1 GPM					= 23.76 GPM			
	D = 4"			D = 6"		D = 1 1/2"		D = 1"	
	D <sub>nom</sub> = 2.0 PSI-100'			D <sub>nom</sub> = 1.0 PSI-100'		D <sub>nom</sub> = 1.7 PSI-100'		D <sub>nom</sub> = 1.4 PSI-100'	
	V = 14 FT/SEC			V = 6 FT/SEC		V = 3.3 FT/SEC		V = 7.9 FT/SEC	
	SE ESCOGERA D = 6"			SE ESCOGERA D = 1 1/2"					
8)	LINEAS AA-523 (RES) y AA-543 (AER)		11)		LINEAS AA-600 (ASE), 601,		602, 603, 604, 605 y 606		
	FLUJO = 11.90 m <sup>3</sup> /HR					DE ACUERDO CON LO INDICADO EN		AVANCE DE SERVICIOS P. 16 DE 19	
	SG = 1					DIAMETRO DEL CABEZAL SERA DE		1 1/2" POR 1" DE LOS RAMALES	
	DISEÑO					PARA QUICUADA SERA 1"			
	FV = 11.90 * 1.2 = 14.27 m <sup>3</sup> /HR					12)		LINEA AA-650 (ADL)	
	= 62.83 GPM					DE ACUERDO CON CRITERIO		DE DISEÑO SERA DE 1 1/2" Ø	
	D = 3"			D = 2"					
	D <sub>nom</sub> = 0.6 PSI-100'			D <sub>nom</sub> = 4 PSI-100'					
	V = 3.2 FT/SEC			V = 6.7 FT/SEC					
	SE ESCOGERA D = 3"						13)		LINEA BA-840 (GIN), 841 y 842
9)	LINEAS AA-524 (RES) y AA-544 (AER)						DE ACUERDO CON LO INDICADO		EN EL AVANCE DE SERVICIOS
	FLUJO = 77.7 m <sup>3</sup> /HR						P. 3 DE 19, 6 DE 19 y 7 DE 19 SE		TOMARAN 1 1/2" PARA CABEZAL
	SG = 1						Y LINEA 841 y 1" PARA 842		
	DISEÑO								
	FV = 77.7 * 1.2 = 93.24 m <sup>3</sup> /HR								
	= 410.25 GPM								
	D = 4"		D = 6"						
	D <sub>nom</sub> = 1.5 PSI-100'		D <sub>nom</sub> = 0.6 PSI-100'						
	V = 9.9 FT/SEC		V = 9.5 FT/SEC						
	SE ESCOGERA D = 6"								



UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

CALCULO DE LINEAS DE  
SERVICIOS

PLANTA

ALM. DE ANGINA

PROYECTO NO.

PAA-1987-001

AREA

HOJA

3

DE

5

DEPTO.

PROCESO

CALCULO

JMA

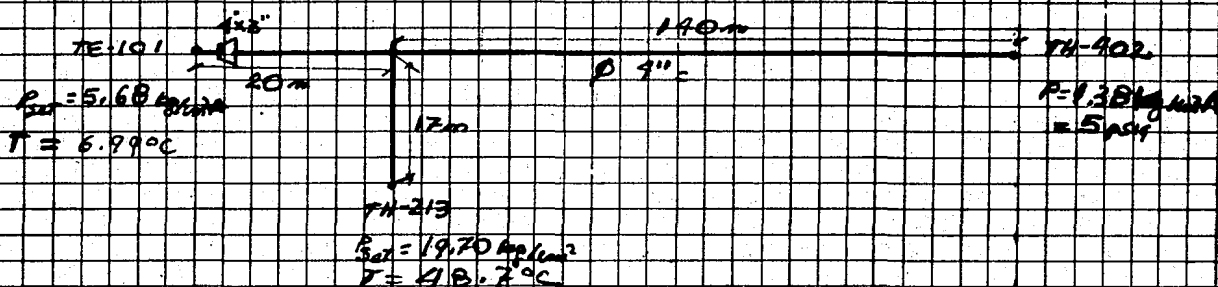
APROBO

FECHA

JULIO 1982

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

19) LINEAS AA-700 (NH3), 701, 702, 703, 704

SE SUPONERAN UN DIAMETRO DE 4" Y SE CALCUBAN LAS  
CONTENSIONES EN LAS VALVULAS

19.1) DISEÑO VALVULA DE TE-101:

$$FLUJO = 6173.13 \text{ lb/hr} \quad (2802.6 \text{ kg/hr})$$

$$PRESION NOMINAL DE OPERACION DEL CARBOL = 32 \text{ psia} = 2.25 \text{ kg/cm}^2 \text{A}$$

TEMPERATURA = 6.99°C DEL DISEÑO, PERO DEBIDO AL ALTO  
GRADIENTE CON LA ATMOSFERA SE CONSIDE-  
RARA, SE PROMEDIA:

$$\frac{6.99 + 40}{2} = 23.49^\circ\text{C} = 74.3^\circ\text{F} = 639.3^\circ\text{R}$$

$$\therefore \text{DENSIDAD EN DISEÑO} = \frac{17.03 \times 32}{10.731 \times 639.3} = 0.080 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{VISCOSIDAD CINEMATICA} = 6 \text{ C. STOKES}$$

$$\text{FLUJO VOLUMETRICO} = 6173.13 \times \frac{1}{0.080} = 77.2 \text{ MCFH}$$

$$\Delta P_{100} \approx 3.96 \text{ psia/100' (4") } \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \Delta P_{100} \approx 4.00 \text{ psia/100'}$$

CORR. POR VISC = 1.01

a) CONTRA PRESION EN VALVULA DE TH-213:

$$\text{DISTANCIA} = 140 + 17 = 157 \text{ m} \approx 515 \text{ AG}$$

$$\Delta P = 4.00 \times \frac{515}{100} = 20.6 \text{ psi}$$

$$\langle P = 20.6 + 5.0 = 25.6 \text{ psia} = 1.80 \text{ kg/cm}^2 \text{A} = 2.83 \text{ kg/cm}^2 \text{A}$$



UNIDAD  
**LOMBARDA, TABASCO**  
 DESCRIPCION  
**CALCULO DE LINEAS DE SERVICIOS**

PLANTA  
**ALM. DE AMONIACA**  
 PROYECTO NO.  
**PAA-1989-001**  
 AREA  
 -  
 HOJA  
**4** DE **5**

DEPTO.  
**PROCESO**  
 CALCULO  
**JMR**  
 APROBO  
 -  
 FECHA  
**JULIO, 1982**

REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA	REV.	CHECADOR	FECHA

$$RELACION = \frac{2.83 \times 100}{19.70} = 14.38\%$$

PARA VALVULAS BALANCEADAS EL LIMITE ES  $\approx 55\%$   
 1. OK

6) CONTRAPRESION EN VALVULA DE TE-191:

$$DISTANCIA = 140 + 20 = 160m \approx 525 \text{ FE}$$

$$\Delta P = 4.00 \times \frac{525}{100} = 21.00 \text{ psi}$$

$$CP = 21.0 + 5 = 26.0 \text{ psia} = 1.83 \text{ kg/cm}^2 \text{ A} = 2.86 \text{ kg/cm}^2 \text{ A}$$

$$RELACION = \frac{2.86 \times 100}{5.68} = 50.37\% \therefore \text{OK}$$

PRESION PROMEDIADA EN CABEZAL:

$$\frac{2.83 + 2.86 + 1.38}{3} = 2.36 \text{ kg/cm}^2 \text{ A} = 33.5 \text{ psia}$$

$\therefore$  SUPRESION CORRECTA

14.2) DESFOGANDO VALVULA DE TH-213:

$$FLUJO = 393.26 \text{ lb/hr} \approx 14.32 \text{ (diseño)}$$

SIGUIENDO EL PROCEDIMIENTO INDICADO EN EL PUNTO 14.1:

$$DENSIDAD DEL DECAQUE = 0.089 \text{ lb/ft}^3$$

$$PRESION DE OPERACION CABEZAL = 32 \text{ psia}$$

$$TEMPERATURA DE DECAQUE = \frac{98.7 + 49}{2} = 44.35^\circ \text{C} \approx 112^\circ \text{F}$$

$$FLUJO VOLUMETRICO = \frac{472 \times 1}{0.089} = 5.3 \text{ MCFH}$$

$$\Delta P_{100} \approx 0.022 \text{ psia/ft} \left. \vphantom{\Delta P_{100}} \right\} \Delta P_{100} = 0.022 \text{ psia/100}$$

CORA. POR VISC = 1.01





UNIDAD

LOMBARDA, TABASCO

DESCRIPCION

CALCULO DE LINEAS DE SERVICIOS

PLANTA

PLAN. DE ANOVIAO

PROYECTO NO.

MA-1982-001

AREA

—

HOJA

5

DE

5

DEPTO.

PROCESS

CALCULO

JMR

APROBO

FECHA

JULIO, 1982

REV.

CHECADOR

FECHA

REV.

CHECADOR

FECHA

REV.

CHECADOR

FECHA

a) CONTRA PRESION EN VALVULA TH-213:

$$\text{DISTANCIA} = 140 + 17 = 157 \text{ m} \approx 515 \text{ FT}$$

$$\Delta P = 0.022 \times \frac{515}{100} = 0.113 \text{ PSI}$$

$$CP = 0.113 + 5 = 5.113 \text{ PSIG} = 0.36 \text{ kg/cm}^2 \text{G} = 1.39 \text{ kg/cm}^2 \text{A}$$

$$\text{RELACION} = \frac{1.39 \times 100}{19.70} = 7.06\% \quad \therefore \text{OK}$$

b) CONTRA PRESION EN VALVULA DE TE-101:

$$\text{DISTANCIA} = 140 + 20 = 160 \text{ m} \approx 525 \text{ FT}$$

$$\Delta P = 0.022 \times \frac{525}{100} = 0.12 \text{ PSI}$$

$$CP = 0.12 + 5 = 5.12 \text{ PSIG} = 0.36 \text{ kg/cm}^2 \text{G} = 1.39 \text{ kg/cm}^2 \text{A}$$

$$\text{RELACION} = \frac{1.39 \times 100}{5.68} = 24.47\%$$

LA PRESION PROMEDIO DEL GAS SE MANTENDRA MEDIANTE LA INYECCION DEL GAS NATURAL AL COMENZAL, GARANTIZANDO COMO SE DEMOSTRO, QUE LAS CONTRA PRESIONES SON LAS EXIGIDAS.

El verdadero objeto de los  
libros es obligar a la mente a  
pensar por sí misma.

C. Morley

CAPITULO IX  
BIBLIOGRAFIA

## BIBLIOGRAFIA

### CAPITULO I : INTRODUCCION

- 1) Corzo, M.A. "INTRODUCCION A LA INGENIERIA DE PROYECTOS"  
Limusa - Wiley (1979)
- 2) Rase & Barrow. "INGENIERIA DE PROYECTOS PARA PLANTAS DE  
PROCESO". CECSA (1979)

### CAPITULO II : GENERALIDADES

- 1) Bridgewater, A.B. "STEP COUNTING METHODS FOR PRELIMINARY CAPITAL  
COSTS ESTIMATION". Cost Engineering.  
Vol 23, No.5, October. pp. 293-313 (1981)
- 2) Cran, J. "IMPROVED FACTORED METHOD GIVES BETTER  
PRELIMINARY COST ESTIMATES". Chem. Eng.  
April 6, pp. 65-79. (1981)
- 3) Desai, M.B. "PRELIMINARY COST ESTIMATING OF PROCESS  
PLANTS". Chem. Eng. July 27. pp. 65-70 (1981)
- 4) Hall, R.S.;  
Matley, J.;  
Mc.Naughton, K.. "CURRENT COSTS OF PROCESS EQUIPMENT".  
Chem. Eng. April 5. pp. 80-116. (1982)
- 5) Huston, L.A. "CONTRACTS : WHAT EVERY ENGINEER SHOULD KNOW"  
Fogel & Ass. Inc. Chem. Eng. February 22. pp. 109-111. (1982)
- 6) Kerridge, A.E. "EVALUATE PROJECT COSTS FACTORS".  
Hyd. Proc. July. pp. 203-216. (1982)
- 7) Lang, H. "COST RELATIONSHIPS IN PRELIMINARY COSTS  
ESTIMATION".  
Chem. Eng. October. pp. 117-121. (1947)
- 8) Lang, H. "ENGINEERING APROACH TO PRELIMINARY COST  
ESTIMATES"  
Chem. Eng. September. pp. 130-133. (1947)

- 9) Lang, H. "SIMPLIFIED APPROACH TO PRELIMINARY COST ESTIMATES"  
Chem. Eng. June. pp. 112-113. (1948)
- 10) Ludwig, E. "APPLIED PROJECT MANAGEMENT FOR THE PROCESS INDUSTRIES". Gulf. Pub. (1974)
- 11) Ohta, T. "AMMONIA AS AN ENERGY CARRIER"  
Chem. Ec. & Eng. Review. Vol. 13,6 (149)  
pp. 5-11 (1981)
- 12) Ostwald. "COST ESTIMATING FOR ENGINEERING & MANAGEMENT"  
Prentice Hall. (1975)
- 13) Page, J.S. & Nation, J.G. "ESTIMATOR S EQUIPMENT INSTALLATION MAN-HOUR MANUAL" (1964). "ESTIMATOR S MANUAL OF EQUIPMENT AND INSTALLATION COSTS". (1963). "ESTIMATOR S ELECTRICAL MAN-HOUR MANUAL". (1959). "ESTIMATOR S PIPING MAN-HOUR MANUAL" Gulf Publishing First Revision.
- 14) Popper Herbert, ed. "MODERN COST ENGINEERING TECHNIQUES". McGraw Hill Book. (1970)
- 15) Referencias 1 y 2 Capitulo I.
- 16) Richardson. "PROCESS PLANT CONSTRUCTION ESTIMATING STANDARDS". Vols. 1 to 4 RICHARDSON ENGINEERING SERVICES INC. (1975)
- 17) Stivalet, Rudi. "PROBLEMATICA GENERAL DE LA INGENIERIA DE PROYECTOS". "PROGRAMACION DEL PROYECTO". "ESTIMACION DE COSTO DEL PROYECTO". "ESTIMADO DE PLANOS". "DOCUMENTOS Y HORAS HOMBRE". Maestría en Ingeniería de Proyectos. U.N.A.M. (1979)
- 18) Timoshenko. "MECANICA DE SUELOS". Limusa - Wiley.

### CAPITULO III : INGENIERIA BASICA

- 1) A.M.P. Tans. "PHISICAL PROPERTIES OF AMMONIA".  
Chem. Eng. July 9. pp. 162. (1962)

- 2) ASHRAE Handbook Fundamentals. "TERMODINAMIC PROPERTIES OF ANHYDROUS AMMONIA; REFRIGERANT 717". (1967)
- 3) ASME "PRESSURE VESSELS". SECT. DIV. 2 (1974)
- 4) Babcock & Wilcox, Co. "SPECIFICATIONS FOR SEAMLESS AND WELDED TUBULAR PRODUCTS AND SEAMLESS WELDING FITTINGS AND FLANGES". (CARBON, ALLOY and STAINLESS STEEL).
- 5) Crane, Co. "(TROUGH VALVES, FITTINGS and PIPE)".
- 6) Hale, C.C. "AMMONIA STORAGE DESIGN PRACTICE". AICHE. pp. 23-27. (1966)
- 7) Hicks. "STANDARD HANDBOOK OF ENGINEERING CALCULATIONS". McGraw-Hill. (1972)
- 8) Jelen. "PROJECT & COST ENGINEER S HANDBOOK". AACE.
- 9) Kepner-Tregoe. "ANALISIS DE PROBLEMAS Y TOMA DE DECISIONES" Kepner-Tregoe, Inc. (1976)
- 10) Kern, D.G. "PROCESOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR". CECSA.
- 11) Ludwig, E. "APPLIED PROCESS DESIGN FOR CHEMICAL & PETRO-CHEMICAL PLANTS". Vol. 1. Gulf Publishing.
- 12) Manufacturing Chemists Association. "CHEMICAL SAFETY DATA SHEET S.D. 8 ANHYDROUS AMMONIA". (Revised 1960)
- 13) Mecklenburg. "PLANT LAYOUT"
- 14) M.W.Kellog,Co. "DESIGN OF PIPING SYSTEMS".
- 15) Park, W.R. "COST ENGINEERING ANALYSIS".
- 16) Perry & Chilton "CHEMICAL ENGINEER S HANDBOOK". 4th. & 5th. ed. Mc.Graw Hill.
- 17) "PRIMER CURSO DE ESTIMACIONES Y CONTROL DE COSTOS EN PROYECTOS INDUSTRIALES". IMIQ 28 - 29. MAYO 1981

Expositores: Carlos Uriega Torres, Juan Morales, Ernesto Ríos, Ma. Cristina Herrera Hernández, Jairo Giraldo G. y Erwing Fritz de la Horta.

- 18) Ref. 17 Capítulo II
- 19) Sherwood Reid "THE PROPERTIES OF GASES & LIQUIDS"  
& Prausnitz McGraw Hill.
- 20) The Agriculture "STANDARDS OF THE STORAGE AND HANDLING OF  
Ammonia Inst. ANHIDROUS AMMONIA" AAI std.  
No. M.6 January 19 (1966)

#### **CAPITULO IV: BASES PARA EL DESARROLLO DE INGENIERIA DE DETALLE**

- 1) American Assoc. "COST ENGINEER S NOTEBOOK"  
of Cost Estima-  
tion. (AACE)
- 2) American Petro- "STANDARDS: 520. 521. 610. & 650."  
leum Institute.
- 3) American Society of Heating, Refrigerating & H.
- 4) Referencias 9, 11, 3, 15 y 16; Capítulo III.
- 5) Referencias 16 y 17; Capítulo II.
- 6) Referencia 2; Capítulo I.
- 7) Guthrie, K.M. "CAPITAL COST ESTIMATING"  
Chem. Eng. March 24, pp. 114 - 142  
(1969)
- 8) American Petro- "STANDARDS: 520. 521. 610. & 650."  
leum Institute.
- 9) Instruments So- "STANDARD"  
ciety of Ameri-  
ca.
- 10) Tube Turns, Co. "LINE EXPANSION AND FLEXIBILITY"  
Bull. TT - 809.
- 11) American Socie- "HANDBOOK OF FUNDAMENTALS"  
ty of Heating, (1967)  
Refrigeration  
& Conditioning  
Engineeris.  
(ASHRAE)

- 12) National Fire Protection As. "HAZARDOUS LOCATIONS CLASIFICACION" (1964)
- 13) Crocker & King "PIPING HANDBOOK". 5th. ed. McGraw Hill.
- 14) McGraw Hill "CIVIL ENGINEERING HANDBOOK".
- 15) Dodge Corporation. "ARCHITECTURAL DATA" (Time savers Standards)
- 16) Felps Dodge. "CONDUCTORES ELECTRICOS ALAMBRE MAGNETO" PYCSA.
- 17) Square "D", Co. "CATALOGO No. 17"
- 18) Hackney, J.W. "CONTROL AND MANAGEMENT OF CAPITAL PROJECTS"
- 19) Jelen, F.C. "COST AND OPTIMIZATION ENGINEERING"
- 20) Guthrie, K.M. "PROCESS PLAN ESTIMATING EVALUATION AND CONTROL". Kraftman Book Company of America, LA.CA. (1974)
- 21) Roe, L.B. "PRACTICES AND PROCEDURES OF INDUSTRIAL ELECTRICAL DESIGN"
- 22) Knowton, A.E. "STANDARD HANDBOOK FOR ELECTRICAL ENGINEERS"
- 23) Marx. "STANDARD HANDBOOK FOR MECHANICAL ENGINEERS"
- 24) Tema "STANDARD OF TUBULAR EXCHANGER MANUFACTURERS ASSOCIATION". 5th. ed. (1968)
- 25) Spink, L.K. "PRINCIPLES AND PRACTICE OF FLOWMETER ENGINEERING". 8th. ed. Foxboro
- 26) American Ass. of cost estimation (ACE) "COST ENGINEER S NOTEBOOK"
- 27) Jelen, F.C. "PROJECT AND COST ENGINEER S HANDBOOK" (ACE)
- 28) Cia. Fundidora Monterrey "MANUAL PARA CONSTRUCTORES" (1965)

## CAPITULO VI: EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

- 1) Canter "ASSESMENT ENVIRONMENTAL IMPACT"  
Mc Graw Hill (1978)
- 2) Metcalf/Eddy "WASTEWATER ENGINEERINGS TREATMENT, DISPOSAL  
& REUSE" Mc Graw Hill
- 3) Raw/Wooten "ENVIRONMENTAL IMPACT ANALYSIS HANDBOOK"  
Mc Graw Hill
- 4) Secretaría de "EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO POR  
Asentamientos EL PUERTO INDUSTRIAL LAGUNA DEL OSTION EN  
Humanos y COATZACOALCOS, VER." (1982)  
Obras Públicas
- 5) Secretaría de "EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO POR  
Recursos Hi- LA CARRETERA PLAYA AZUL - COTAXTLA" (1980)  
dráulicos.



Siempre sucede lo mejor ....  
y por más adversas que se  
presenten las circunstancias  
siempre sucede lo mejor

HIMNO VEDA