



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

Evaluación de procesos y desarrollo de la  
ingeniería básica para una planta productora  
de etanol por fermentación.

TESIS MANCOMUNADA

Que para Obtener el Título de:

INGENIERO QUIMICO

Presentan:

Carlos César Torres Zárate

Omar M. Santamaría Pérez

MEXICO, D. F.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1994



## **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.

JURADO ASIGNADO:

Presidente	Prof. Alejandro Anaya Durand
Vocal	Prof. Jorge Trinidad Martínez Montes
Secretario	Prof. José Agustín Texta Mena
1er Suplente	Prof. Jesús Arturo Butrón Silva
2do Suplente	Prof. Humberto Rangel Dávalos

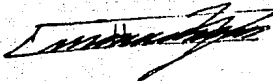
SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

Facultad de Química, U.N.A.M.



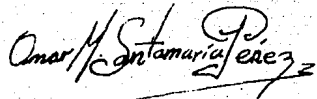
M. en C. Alejandro Anaya Durand

ASESOR DEL TEMA



Carlos César Torres Zárate

S U S T E N T A N T E



Omar Manuel Santamaría Pérez

S U S T E N T A N T E



# I N D I C E

	PAG
Presentación	14
Introducción	19
I. JUSTIFICACION DEL PROYECTO	23
I.1 Estudio preliminar del mercado	23
I.1.1 Clasificación de las destilerías nacionales	23
I.1.2 Estimación de la producción en 300 días al año, según la actual capacidad instalada	26
I.1.3 Disponibilidad de la materia prima	26
I.1.4 Producción máxima posible de alcohol y máxima disponibilidad de mieles finales	27
I.1.5 Producción y ventas de alcohol	28
I.1.6 Ventas de alcohol en el mercado interno	30
I.1.7 Comercio exterior del alcohol etílico	32
I.1.8 Desempeño técnico de las destilerías	33
I.1.9 Proceso de fabricación de alcohol etílico en México	35
I.1.10 Las destilerías como fuente de contaminación	42



I.1.11 Comentarios	43
I.2 Localización de la planta	45
I.2.1 Generalidades	45
I.2.2 Materia prima	45
I.2.3 Municipios	48
I.2.3.1 Pánuco, Veracruz	48
I.2.3.2 Ciudad Valles, S. L. P.	55
I.2.3.3 Xicoténcatl, Tamaulipas	63
I.2.4 Comentarios	71
I.3 Tecnologías de producción de etanol por fermentación	73
I.3.1 Generalidades	76
I.3.2 Bases generales de diseño	84
I.3.3 Economía	84
I.3.4 Descripción de procesos	86
I.3.4.1 Fermentación continua	86
I.3.4.2 Fermentación continua con recirculación de células	93
I.3.4.3 Fermentación por lotes	94
I.3.4.4 Fermentación al vacío con recirculación de células	95
I.4 Evaluación de procesos	103
I.4.1 Economía de procesos	103
I.4.2 Costos de producción de etanol	104
I.4.3 Costos totales de producción de etanol	109
I.5 Selección del proceso	114

## II. INGENIERIA BASICA DEL PROCESO DE FERMENTACION

AL VACIO CON RECIRCULACION DE CELULAS	119
II.1 Bases de diseño	119
II.1.1 Generalidades	119
II.1.1.1 Función de la planta	119
II.1.1.2 Tipo de proceso	120
II.1.2 Capacidad y flexibilidad	120
II.1.2.1 Factor de servicio	120
II.1.2.2 Capacidad	120
II.1.2.3 Flexibilidad	121
II.1.3 Especificación de los productos y subproductos	122
II.1.3.1 Productos	122
II.1.3.2 Subproductos	122
II.1.4 Alimentación a la planta	123
II.1.4.1 Condiciones de las alimentaciones en límites de batería	123
II.1.4.2 Definición de los elementos de seguridad existentes que protegen a las líneas de alimentación	124
II.1.5 Productos de la planta	125
II.1.5.1 Condiciones de los productos en límites de batería	125
II.1.5.2 Definición de los elementos de seguridad en el manejo de los productos	125

II.1.6 Eliminación de desechos	125
II.1.6.1 Vinazas	125
II.1.6.2 Dióxido de carbono	126
II.1.7 Instalaciones requeridas de	
almacenamiento	126
II.1.7.1 Alimentación	126
II.1.7.2 Productos	126
II.1.8 Servicios auxiliares	127
II.1.8.1 Vapor	127
II.1.8.2 Condensados	127
II.1.8.3 Agua de enfriamiento	128
II.1.8.4 Agua para servicios y usos	
sanitarios	128
II.1.8.5 Agua potable	128
II.1.8.6 Agua para caldera	129
II.1.8.7 Agua de proceso	130
II.1.8.8 Aire de instrumentos	131
II.1.8.9 Aire de planta	131
II.1.8.10 Aire de proceso	132
II.1.8.11 Combustible	132
II.1.8.11.1 Combustible	
líquido	132
II.1.8.12 Refrigerante	132
II.1.8.13 Inertes	132
II.1.8.14 Alimentación de energía	
eléctrica	133
II.1.8.15 Desfogue	133

II.1.9 Sistema de seguridad	133
II.1.9.1 Sistema contra incendios	133
II.1.9.2 Protección personal	134
II.1.10 Condiciones climatológicas	134
II.1.10.1 Estadística pluvial	134
II.1.10.2 Estadística de tormentas eléctricas	135
II.1.10.3 Vientos	135
II.1.10.4 Humedad relativa promedio	135
II.1.10.5 Atmósfera	136
II.1.11 Localización de planta	136
II.1.12 Bases de diseño civil	136
II.1.12.1 Solicitud por vientos y sismos	136
II.1.12.2 Nivel de piso terminado	136
II.1.12.3 Nivel freático	137
II.1.12.4 Tipos de edificios o construcciones que se desean dentro de límites de batería	137
II.1.13 Bases de diseño eléctrico	137
II.1.13.1 Código para la clasificación de áreas	137
II.1.13.2 Características de alimentación a motores	138
II.1.13.3 Corriente para alumbrado e instrumentos	138
II.1.14 Bases de diseño de tuberías	138

II.1.15 Bases de diseño para instrumentos	139
II.1.16 Bases de diseño de equipo	140
II.1.16.1 Bombas	140
II.1.16.2 Centrifugas	140
II.1.16.3 Cambiador de calor	141
II.1.16.4 Torres y recipientes	141
II.1.17 Normas, códigos y especificaciones	142
II.2 Diagrama de flujo de proceso	143
II.2.1 Generalidades	143
II.3 Descripción del proceso	148
II.4 Lista de equipo	154
II.4.1 Generalidades	154
II.4.2 Lista de equipos	155
II.5 Hojas de datos de equipo	161
II.6 Diagrama de servicios auxiliares	227
II.6.1 Servicios	227
II.6.1.1 Vapor de alta	227
II.6.1.2 Vapor de baja	227
II.6.1.3 Agua de enfriamiento	227
II.6.1.4 Agentes químicos	228
II.6.2 Hojas de especificación	229
II.7 Diagrama de tubería e instrumentación	247
II.8 Plano de Localización general	251
II.8.1 Generalidades	251

II.9 Especificaciones de seguridad en la planta	253
II.9.1 Condiciones de seguridad en las instalaciones y áreas de trabajo	253
II.9.1.1 Espacio libre	253
II.9.1.2 Techo	253
II.9.1.3 Paredes	253
II.9.1.4 Pisos	254
II.9.1.5 Patios	254
II.9.1.6 Escaleras	255
II.9.1.7 Escalas fijas	256
II.9.1.8 Plataformas elevadas	257
II.9.1.9 Manejo de sustancias tóxicas	257
II.9.1.10 Sustancias químicas capaces de generar contaminación en el ambiente laboral	260
II.9.1.11 Condiciones térmicas elevadas	262
II.9.1.12 Ventilación	263
II.9.1.13 Protección personal para los trabajadores	263
II.9.1.14 Botiquines para primeros auxilios	264

II.9.2	Prevención y protección contra incendios	266
II.9.2.1	Aislamiento de las áreas donde se maneja sustancias que impliquen alto riesgo de incendio	266
II.9.2.2	Características y especificaciones de las salidas normales y de emergencia	267
II.9.2.3	Equipo para la extinción de incendios	269
II.9.2.4	División de la planta por zonas de riesgo	271
II.9.2.5	Electricidad estática	273
II.9.3	Dispositivos de seguridad en los equipos	274
II.9.3.1	Partes móviles de la maquinaria y equipo de transmisión mecánica	274
II.9.3.2	Dispositivos de seguridad en el punto de operación	275
II.9.4	Condiciones de seguridad para el transporte y manejo de sustancias inflamables	276
II.9.4.1	Áreas de trabajo	276
II.9.4.2	Del transporte	277
II.9.4.3	Del manejo	277

II.10 Especificaciones de manejo	
de los efluentes	282
II.10.1 Introducción	282
II.10.2 Diagrama de bloques	
del proceso	283
II.10.3 Características de	
cada etapa del proceso	284
II.10.3.1 Pretratamiento	284
II.10.3.2 Tratamiento	
primario biológico	284
II.10.3.3 Tratamiento	
secundario-terciario	
físico-químico (PCT)	285
II.10.3.4 Desinfección	285
II.10.3.5 Disposición de lodos	286
II.10.3.6 Tratamiento de efluentes	
gaseosos	286
II.11 Estimado de inversión y costos	287
II.11.1 Inversión fija	287
II.11.2 Gastos preoperativos y	
de arranque	291
II.11.3 Costos de operación	292
II.11.3.1 Materias primas	292
II.11.3.2 Mano de obra	293
II.11.3.3 Supervisión	293
II.11.3.4 Mantenimiento	293
II.11.3.5 Suministros	293
II.11.3.6 Servicios auxiliares	294



II.11.3.7 Laboratorio	294
II.11.3.8 Prestaciones	294
II.11.3.9 Servicios en la planta	295
II.11.3.10 Distribución y ventas	295
II.11.3.11 Depreciación	296
II.11.3.12 Impuestos	296
II.11.3.13 Seguros	297
II.11.3.14 Resumen de costos de operación	298
II.11.4 Gastos administrativos y generales	299
II.11.4.1 Administración	299
II.11.4.2 Ventas	299
II.11.4.3 Investigación	299
II.11.4.4 Financiamiento	299
II.11.4.5 Resumen de gastos generales	300
II.11.5 Estado de resultados	301
II.11.6 Rentabilidad	302
III. CONCLUSIONES	303
IV. MEMORIAS DE CALCULO	305
IV.1 Balances de materia y energía	305
IV.2 Dimensionamiento de equipo	332
IV.3 Requerimientos de servicios auxiliares y agentes químicos	371
IV.4 Dimensionamiento de tuberías y selección de materiales	377
IV.5 Sistema de desfogue	390

Apéndice I	Propiedades fisicoquímicas	412
Apéndice II	Terminología	439
Apéndice III	Simbología de equipos y notación de equipos	463
Apéndice IV	Notación de tuberías	475
Apéndice V	Cuestionario de estudio de riesgo	477
Apéndice VII	Normas ambientales	497
Bibliografía		502

## PRESENTACION

Es de nuestro agrado presentar a ustedes el trabajo que hemos desarrollado a lo largo del curso de Ingeniería de Proyectos, impartido por el M. en C. Alejandro Anaya Durand. Esta materia, tiene por objetivo integrar las diferentes áreas de la ingeniería química y busca en el estudiante el desarrollo de criterios para la aplicación de conocimientos, adquiridos en la búsqueda, selección y comprensión de una serie de información que por primera vez enfrenta (artículos especializados, códigos de construcción, leyes ecológicas, diseño mecánico de equipo, circuito lógico de control, programación de actividades, etc.).

Cuando hablamos de ingeniería de proyecto, debemos entender por proyecto todo el camino que hay que recorrer para alcanzar un objetivo cuyo logro requiere de una serie de actividades en las que intervienen disciplinas de ingeniería para su ejecución. Aún en este sentido restrictivo, puede existir una amplísima variedad de proyectos; por ejemplo, el diseño de un componente de maquinaria, la construcción de un edificio, la investigación y desarrollo de un nuevo proceso, la erección de un complejo petroquímico o la de una central nucleoelectrónica.

Con mucha frecuencia, el objetivo está relacionado con un beneficio que puede caracterizarse en términos económicos. En tal caso se denomina, en forma genérica, proyecto de inversión, para cuya ejecución se requiere la aplicación de recursos: humanos, materiales y tecnológicos, todos ellos normalmente cuantificables en términos económicos.

Un proyecto puede ser relativamente sencillo y de corta duración, involucrando unas cuantas actividades, o inmensamente complejo con participación multidisciplinaria en miles de actividades interrelacionadas durante un largo período.

A continuación, nos concentraremos en proyectos relacionados con la industria de proceso, por ser ésta de particular interés para el estudiante de la profesión química.

En general, se pueden identificar las siguientes fases en la ejecución de estos proyectos:

Análisis de factibilidad técnica-económica

Planeación

Ingeniería básica

Ingeniería de detalle

Adquisiciones

Construcción

Pruebas y arranque.

Estas fases, si bien diferenciables, presentan una profunda interrelación. Con eso queremos decir, por ejemplo, que para iniciar la ingeniería de detalle se requiere que ciertas actividades de ingeniería básica hayan concluido, pero algunas de éstas, a su vez, necesitan de cierta información de la fase de detalle. <sup>(52)</sup>

La ingeniería de proyectos tiene la ventaja de que su impartición es dada por especialistas en las materias de ingeniería de proyectos (M. en C. Alejandro Anaya Durand), ingeniería de procesos (Ing. Quím. José Agustín Texta Mena), diseño mecánico (Ing. Quím. Humberto Rangel Davalos) y administración de proyectos (Ing. Hermenegildo Sierra Martínez).

Además, cuenta con la participación en conferencias de personas especializadas en materias como, diseño mecánico de cambiadores de calor, diseño mecánico de recipientes, etc.

El trabajo expuesto, presenta un estudio preliminar en la justificación del proyecto y en la ingeniería básica basado en la literatura abierta y disponible.

Agradecemos y dedicamos el trabajo presente a la  
Universidad Nacional Autónoma de México,  
y a la

Facultad de Química;  
así como a todas aquellas personas que con su dedicación hicieron  
posible culminar con bien, el arduo camino de nuestra educación;

Prof. Alejandro Anaya Durand,

Prof. Jorge Trinidad Martínez Montes,

Prof. Agustín Texta Mena,

Prof. Javier Audry Sánchez,

Prof. Mario Chin Auyón,

Prof. Caritino Moreno Padilla, Prof. Genovevo Silva  
Pichardo, Profra. Elizabeth Nieto Calleja, Prof. Celestino  
Montiel Maldonado, Prof. Modesto Cruz J.

En especial queremos agradecer, a las siguientes personas:

Sra. Lucrecia Torres Zárate	Sra. Yolanda Pérez de Santamaría
Sr. Ricardo López López	Sr. Fidel A. Santamaría y Muñoz
Sra. Delfina Torres Zárate	Sr. Fidel Santamaría Pérez
Sr. Hipolito Torres Zárate	Sra. Soledad Muñoz Viuda de Santamaría
Sr. Raymundo Salazar Muro	Sra. Carmen Balbuena Viuda de Pérez
Sr. Enrique Gutierrez C.	Srta. Erika Garay Jasso

## Elección de la Sabiduría

Escuchad, hijos, la instrucción del padre, estad atentos para aprender inteligencia, porque es buena la doctrina que os enseño; no abandonéis mi lección.

También yo fui hijo para mi padre, tierno y querido a los ojos de mi madre.

Él me enseñaba y me decía:

Sujeta mis palabras en tu corazón, guarda mis mandatos y vivirás.

Adquiere la sabiduría, adquiere la inteligencia, no la olvides, no te apartes de los dichos de mi boca.

No la abandones y ella te guardará, ámala y ella será tu defensa.

El comienzo de la sabiduría es: adquiere la sabiduría, a costa de todos tus bienes adquiere la inteligencia.

Haz acopio de ella, y ella te ensalzará; ella te honrará, si tú la abrazas; pondrá en tu cabeza una diadema de gracia, una espléndida corona será tu regalo.

Escucha, hijo mío, recibe mis palabras, y los años de tu vida se te multiplicarán.

En el camino de la sabiduría te he instruido, te he encaminado por los senderos de la rectitud.

Al andar no se enredarán tus pasos, y si corres, no tropezarás.

Aférate a la instrucción, no la sueltes; guárdala, que es tu vida.

No te metas por la senda de los perversos, ni vayas por el camino de los malvados.

Evítalo, no pases por él, apártate de él, pasa adelante.

Porque éstos no duermen si no obran el mal, se les quita el sueño si no han hecho caer a alguno.

Es que su pan es pan de maldad, y vino de violencia es su bebida.

La senda de los justos es como la luz del alba, que va en aumento hasta llegar a pleno día.

Pero el camino de los malos es como tinieblas, no saben dónde han tropezado.

Atiende, hijo mío, a mis palabras, inclina tu oído a mis razones.

No las apartes de tus ojos, guárdalas dentro de tu corazón.

Porque son vida para los que las encuentran, y curación para toda carne.

Por encima de todo cuidado, guarda tu corazón, porque de él brotan las fuentes de la vida.

Aparta de ti la falsía de la boca y el enredo de los labios arrojalo de ti.

Miren de frente tus ojos, tus párpados derechos a lo que está ante ti.

Tantea bien el sendero de tus pies y sean firmes todos tus caminos.

No te tuerzas ni a derecha ni a izquierda, aparta tu pie de la maldad.

(Proverbios, IV, 1 a 27)

## INTRODUCCION <sup>1</sup>

El alcohol etílico (etanol) se clasifica en seis grados de calidad, de acuerdo con la norma NOM-V-34-1980 en vigor. <sup>(53)</sup>

Grado 1 - Anhidro puro

Grado 2 - Anhidro común

Grado 3 - Espiritu neutro

Grado 4 - Alcohol de calidad

Grado 5 - Alcohol común

Grado 6 - Alcohol estándar

Los alcoholes de los grados 1 y 2, anhidros, todavía no se fabrican en volúmenes industriales. En caso de fabricarse su empleo principal sería como carburantes al ser mezclados con la gasolina y la turbosina, como se hace en algunos países de Europa y en Brasil; pero en nuestro país este campo a quedado reservado a PEMEX quien puede fabricar el etanol necesario para este objeto a partir del etileno, como parte de sus actividades petroquímicas.

Por lo tanto, los únicos grados de alcohol que al presente se pueden fabricar en nuestro país con aparatos de destilación a partir de mostos fermentados, preparados con mieles finales incristalizables son los grados 3, 4, 5 y 6, que tendrán grado alcohólico variable entre 94°GL a 96°GL.

La Ley de Alcoholes y Aguardientes en su artículo 132 y el Reglamento Sanitario de Bebidas Alcohólicas en su artículo 81 emiten las siguientes definiciones oficiales:

(1) Véase referencia 49.



Espíritu Neutro. Es un alcohol etílico de calidad superior cuyo grado alcohólico es de 96°GL referido a 15°C como mínimo, el cual es destilado y rectificado de tal manera que resulte con un contenido total de impurezas que no exceda de 75 mg por litro referido a 100°GL.

Alcohol de Calidad Superior. Es un Alcohol cuyo grado alcohólico no es menor de 96°GL referido a 15°C y cuya suma de impurezas no sea mayor de 125 mg por litro referido a 100°GL.

Alcohol Etílico Estándar. Es aquel cuyo grado alcohólico no es menor de 94°GL referido a 15°C y cuyo limitante de impurezas es de 300 mg por litro referido a 100°GL.

Alcohol Común. Es el alcohol cuyo grado alcohólico no menor de 94°GL referido a 15°C tiene un límite de impurezas de 1000 mg por litro referidos a 100°GL.

El Reglamento Sanitario de Bebidas Alcohólicas en su artículo 89 establece que: "Para la elaboración de bebidas alcohólicas, en ningún caso estará permitido el empleo de alcohol metílico, de alcoholes desnaturalizados o de otros que no sean espíritu neutro, alcohol etílico de calidad superior o alcohol etílico estándar". Es decir no está permitido el empleo de alcohol común, puesto que éste tiene un límite muy alto en el contenido de impurezas. El alcohol común deberá destinarse exclusivamente a usos industriales, previamente desnaturalizado con las sustancias específicas que aparecen en las fórmulas autorizadas para tal objeto.

Los posibles usos del etanol son:

- a. En la industria farmacéutica
- b. Solvente industrial
- c. En la industria cervecera y de vino
- d. En la industria de alimentos
- e. En la industria de la perfumería
- f. En la industria cigarrera
- g. En laboratorios

La toxicidad de las bebidas alcohólicas están en razón directa al contenido de impurezas y es por lo tanto la causa de la alta toxicidad de las muchas bebidas corrientes.

Existen en nuestro país 31 ingenios que tienen destilerías de alcohol en buenas condiciones de trabajo año con año, sin contar con las destilerías abandonadas desde hace poco mas de 20 años cuyo equipo es obsoleto o arruinado total o parcialmente, por lo que no se considera en condiciones para trabajar ni aún reparándolas.

Entre las 31 destilerías que sí pueden trabajar en forma más o menos eficiente, hay 9 que hasta el momento solamente pueden producir alcohol común, pero que bien pudieran habilitarse para producir alcohol de alta calidad si se les incorpora el equipo adecuado para depurar y mejorar la rectificación.

Las 22 destilerías restantes cuentan con aparatos de tres columnas y están en condiciones, en caso de ser bien operadas, para producir alcohol de calidad superior, e incluso para elaborar el alcohol llamado espíritu neutro.

Lo cierto es que de las 22 destilerías (71% de las plantas) que pueden producir diariamente 425,712 l/día de alcohol de calidad (81% de la producción total), muchas de ellas han tenido castigos y/o rechazos por producir alcohol de mala calidad, el que en el mejor de los casos se ha aceptado como alcohol común. Es necesario afinar los métodos de producción, para alcanzar la calidad conveniente. La falla más común es no dar la graduación.

Es urgente también consolidar las destilerías que trabajan con dos o tres aparatos para que lo hagan con un solo alambique, para mejorar la productividad y ser competitivos en precios.

La finalidad de este trabajo es presentar la evaluación de los procesos de producción de etanol por fermentación y el desarrollo de la ingeniería básica de uno de ellos; como una propuesta para solucionar los problemas señalados.

## I. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

### I.1 ESTUDIO PRELIMINAR DEL MERCADO <sup>(49)</sup>, <sup>(50)</sup>

#### I.1.1 Clasificación de las destilerías nacionales

Para clasificar a las destilerías nacionales lo haremos por su producción total:

Grandes: Cuya producción es de 20,000 litros o más alcohol por día.

Medianas: Cuya producción está entre 10,000 a 20,000 litros de alcohol por día.

Chicas : Cuya producción es menor de 10,000 litros de alcohol por día.

Destilerías Grandes: Son nueve como sigue. <sup>(48)</sup>

NOMBRE	CAP. LITROS POR DIA
1. San Cristóbal (Tres alambiques)	67,000
2. Alianza Popular	28,800
3. Aarón Sáenz	28,500
4. Los Mochis	26,400
5. San Pedro	25,000
6. Tamazula	25,000
7. Cuautotolapam	24,500
8. El Mante	24,000
9. Pujiltilic (Dos alambiques)	<u>20,000</u>
	269,000

Destilerías Medianas: Son nueve como sigue. <sup>(48)</sup>

NOMBRE	CAP. LITROS POR DIA
1. El Potrero	17,000
2. Emiliano Zapata	16,500
3. El Carmen	15,000
4. La Providencia	15,000
5. San José de Abajo	15,000
6. El Molino	15,000
7. Santa Rosalía	14,700
8. Independencia	14,100
9. La Joya (Dos alambiques)	<u>14,000</u>
	136,300

Destilerías Chicas: Son cuatro como sigue. <sup>(48)</sup>

NOMBRE	CAP. LITROS POR DIA
1. Calípan	7,500
2. Casasano	6,500
3. Pedernales	3,000
4. Mahuixtlán	<u>3,150</u>
	20,150

Suma total de la producción de las 22 destilerías que pueden producir alcohol de calidad superior hasta espíritu neutro es de 425,450 litros por día. Operando 180 días al año la producción total es de 76,581,000 litros al año. Si todas estas fábricas trabajaran 300 días al año su producción global pasaría de los 127,000,000 de litros al año, siempre y cuando haya mieles finales disponibles para esta actividad.

Nueve Destilerías que hasta el momento solamente pueden producir alcohol común por no estar equipadas para elaborar de más alta calidad.

NOMBRE	CAP. LITROS POR DIA
1. Rosales	26,000
2. José María Mtz.(Tala)	14,500
3. Santa Clara	12,000
4. Puga	9,300
5. San Gabriel	9,000
6. Constancia	8,500
7. San Miguelito	8,400
8. San Sebastián	7,000
9. Dos Patrias	<u>4,600</u>
	99,300

Estas nueve destilerías si trabajasen 300 días al año podrían producir apenas un poco más de 29,000,000 de alcohol común al año insuficientes para abastecer la demanda industrial de este tipo de producto que está por el rango de 38,000,000 de litros en promedio. Actualmente se completa la demanda con alcohol castigado, que debiera ser de calidad.

De un total de 31 fábricas de alcohol en funcionamiento, la capacidad en litro por día es de 524,750.

I.1.2 Estimación de la producción en 300 días al año, según la actual capacidad instalada <sup>(48)</sup>

Possible producción anual de alcohol de calidad superior	127,000,000 de litros
Possible producción anual de alcohol común	29,000,000 de litros
Total	156,000,000 de litros

Esta cifra correspondería a la producción anual, a nivel nacional de la capacidad instalada, siempre y cuando hubiera miel final suficiente disponible para tal elaboración, considerando que las destilerías pudieran trabajar 300 días al año; pero por razones de orden práctico, se aconseja que las destilerías trabajen solamente 180 días al año para que sus elaboraciones coincidan hasta donde sea posible con las épocas de zafras; la producción anual, en estas condiciones sería de 82,500,000 de litros.

I.1.3 Disponibilidad de la materia prima <sup>(48), (49)</sup>

Todo el alcohol etílico que se elabora en el país es a partir de la destilación de mostos fermentados preparados con miel final incristalizable.

La cantidad anual de miel final a producir está en razón directa con la cantidad de caña a moler y también con la calidad de la caña y con el contenido de azúcares reductores en el jugo mezclado.

La cantidad de caña a moler depende a su vez de las hectáreas cultivadas y por cosechar, así como del rendimiento de la tierra estimado en toneladas de caña por cada hectárea.

Si estimáramos una cantidad de caña moledera por zafra, a nivel nacional de 40,000,000 de toneladas y con un factor promedio de producción de miel final/Tonelada de caña, de 38 Kg de miel por tonelada de caña; se puede estimar una producción anual de miel final de 1,520,000 toneladas a 85°Brix (°Brix = porcentaje en peso de azúcar pura; comercialmente se toma como el porcentaje aproximado de materia sólida disuelta en un líquido).

#### I.1.4 Producción máxima posible de alcohol y máxima disponibilidad de mieles finales <sup>(48)</sup>, <sup>(49)</sup>

Las mieles provenientes de una estimada molienda, que se calculó en los párrafos anteriores, se estima que podrán ser distribuidas como sigue:

Total de miel posible a producir	1,520,000 Tons. a 85°Bx.
Para ser vendidas en el mercado nacional para diversos usos	900,000 Tons. a 85°Bx.
Remanentes de mieles para producir alcohol o para exportar	620,000 Tons. a 85°Bx.

La producción media de alcohol por tonelada es de 247 litros de 96°GL.

Si todas estas 620,000 toneladas de miel pudieran fermentarse y destilarse, se producirían:

153,000,000 de litros de alcohol de 96°GL lo cual solamente se puede lograr trabajando casi todo el año (280 días) y destinar 20 días a reparaciones.

Pero como hasta el momento pocas son las destilerías que trabajan en tiempo de no zafra, se considera que en promedio la elaboración de alcohol es de 180 días.



Entonces nuestra capacidad de producción real con elaboraciones de 180 días es de 82,500,000 de litros de alcohol.

Alternativas para aprovechar todas las mieles en la elaboración de alcohol:

- a. Para trabajar 180 días en cada destilería, habrá que aumentar el número de ellas.
- b. Instalar calderas que permitan elaborar prácticamente todo el año.

#### I.1.5 Producción y ventas de alcohol <sup>(26), (48), (49), (50), (54)</sup>

La producción anual de alcohol durante los últimos ocho años fue como sigue: <sup>(26), (49)</sup>

CICLO	ALCOHOL DE CALIDAD	ALCOHOL COMUN
	MILLONES DE LTS.	MILLONES DE LTS.
1985	72	40
1986	63	32
1987	79	33
1988	76	33
1989	73	35
1990	66	20
1991	71	23
1992	71	20

CICLO	TOTAL EN MILLONES DE LTS.	TONS. MIEL EMPLEADAS A 85°Bx.
1985	112	436,292
1986	95	376,565
1987	112	442,780
1988	109	442,975
1989	107	424,654
1990	86	353,062
1991	94	380,566
1992	91	368,421

Estas producciones comparadas con las ventas nos hacen pensar que la producción actual está más o menos balanceada con las ventas, pero que estas ventas están bajas y se debe procurar incrementar puesto que existe flexibilidad en las destilerías para aumentar su producción al incrementar los días de elaboración.

Actualmente, para la elaboración de alcohol se está consumiendo anualmente en promedio 403,165 toneladas de miel final. La diferencia entre 620,000 y 403,165 toneladas es igual a 216,835 toneladas que, corresponde con toda seguridad, más o menos al volumen de miel final que se está exportando (Las estadísticas azucareras informan que la exportación de miel final durante 1990 fue de 334,000 toneladas físicas).

Hay que evaluar si estas exportaciones son benéficas para el país en función de las divisas que pueden generar, o si el país tendría más beneficio si pudiera utilizar dichas mieles para elaborar alcohol o bien para otros usos.

### I.1.6 Ventas de alcohol en el mercado interno <sup>(49), (50)</sup>

Durante los últimos ocho años las ventas han sido variables, con tendencia a la baja a partir de 1986: <sup>(26), (49), (50)</sup>

CICLO	MILLONES DE LITROS
1985	122.2
1986	87.4
1987	83.2
1988	89.1
1989	87.0
1990	84.0
1991	85.2
1992	84.9

Estas ventas han disminuido principalmente porque ha disminuido la exportación y no tanto porque haya disminuido el empleo del alcohol en las diferentes ramas industriales.

Se debe investigar si esta disminución en la demanda de alcohol se origina por una política de precios que orilla a los compradores a buscar otras variantes en la materia prima o bien otra fuente de abastecimiento, que ahora es factible por las libres importaciones que se están permitiendo, incluso de vinos, brandis y licores. Por otra parte, se debe investigar también hasta donde sería posible reducir costos si se operase con destilerías grandes en vez de hacerlo, como hasta ahora, con medianas y pequeñas destilerías.

Finalmente no debe soslayarse el considerar la baja en la demanda de alcohol como el resultado de un mal control de calidad en las destilerías mismas. Ya señalamos renglones mas arriba que por estas fallas se han rechazado algunas partidas.

El mercado potencial más importante, aquí y en todas partes, para el alcohol es por su aplicación en la industria de las bebidas alcohólicas, donde están las tequileras, las vitivinícolas, cremas, brandis y licores en general, mercado que hasta 1990 sea mantenido, pero con dos años consecutivos de muy baja demanda, como se ve a continuación: <sup>(26), (49), (50)</sup>

AÑO	VENTA EN MILLONES DE LITROS
1984	23
1985	24
1986	10
1987	13
1988	24
1989	25
1990	26

Se estima una fuerte reducción, la que se aprecia al examinar los anaqueles de los supermercados y de las grandes tiendas donde están ofreciéndose gran cantidad de vinos y licores de importación a precios bastante reducidos que están desplazando a las bebidas nacionales.

En las otras ramas industriales donde tiene aplicación el alcohol común desnaturalizado bajaron las ventas durante el año 1986 pero se recuperaron en 1987 para volver a descender en 1988, y seguir un estabilización hasta 1990, como se ve en la siguiente tabla: <sup>(26), (49)</sup>

VENTAS DE ALCOHOL COMUN A DIFERENTES RAMAS

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Envasados en recipientes							
menores	16.6	19.6	10.5	10.8	9.4	6.9	5.2
Productos químicos	5.3	7.6	1.8	17.5	13.9	17.4	20.1
Perfumes	5.1	5.6	1.3	4.6	5.7	4.5	4.5
Vinagre	2.8	3.6	0.2	2.5	2.9	2.1	2.0
Laboratorio	1.6	1.7	0.8	1.9	1.7	1.6	1.7
Pinturas	1.3	3.8	1.9	3.6	3.5	4.1	4.6
Eter	0.9	0.9	0.1	0.9	0.6	0.4	0.4
Varios	0.7	0.9	0.6	1.0	1.0	1.1	1.1
Cigarros	0.3	0.3	0.3	0.5	0.3	0.4	0.4
Productos alimenticios	<u>0.3</u>	<u>0.2</u>	<u>0.2</u>	<u>0.2</u>	<u>0.2</u>	<u>0.2</u>	<u>0.2</u>
Suma	35.2	53.1	17.8	43.0	39.5	38.7	40.2

1.1.7 Comercio exterior del alcohol etílico <sup>(49)</sup>

La importación del alcohol etílico presenta un crecimiento continuo a partir de 1989, mientras que nuestras exportaciones tienen un descenso fuerte a partir de 1989 llegando a ser nulas en 1991 y a tener un ligero repunte en 1992, como se muestra a continuación:

AÑO	IMPORTACIONES EN MILLONES DE LITROS	EXPORTACIONES EN MILLONES DE LITROS
1989	4.030	2.209
1990	1.680	0.019
1991	5.789	0.000
1992	9.826	0.010

### I.1.8 Desempeño técnico de las destilerías <sup>(49)</sup>

El desempeño técnico de las destilerías de nuestro país no es muy bueno en general, salvo contadas excepciones, por no contar con un buen laboratorio que ejerza el control económico de la producción y de la calidad.

Antiguamente la Secretaría de Hacienda, por medio de la Junta Técnica Calificadora de Alcoholes efectuaba un control muy efectivo en cuanto a entradas y salidas de miel final y de productos, así en forma indirecta sancionaba a aquellas fábricas que se alejaban de las normas de eficiencia, lo que obligaba a las fábricas a elaborar con todo el cuidado posible. Por ahora, este control ya no se ejerce.

Si tenemos en cuenta el rendimiento según Pasteur que indica que por cada 100 gr de glucosa se puede producir un máximo de 61.1 ml de alcohol absoluto y además considerando las pérdidas normales en fermentación y en destilación, podemos considerar que por cada tonelada de reductores se deberían producir 520 litros de alcohol de 96°GL a 15°C.

Con este parámetro global se puede evaluar el comportamiento de las destilerías por el monto de la desviación respecto al parámetro mencionado según la siguiente escala:

%DE LA DESVIACION DEL PARAMETRO GLOBAL	CALIFICACION	ABREVIATURA
Hasta 1.5%	Excelente	E
De 1.51% a 3.0%	Muy Buena	MB
De 3.01% a 4.5%	Buena	B
De 4.51% a 6.0%	Mediana	MD
De 6.0% en adelante	Mala	ML

Con esta metodología, por el mes de Noviembre de 1989 se hizo el análisis y evaluación de las 31 destilerías del país. Podrá verse enseguida la distribución de las calificaciones, de las 31 destilería evaluadas:

Con EXCELENTE	4
Con MUY BUENA	0
Con BUENA	2
Con MEDIANA	1
Con MALA	23
Con resultado inaceptable	1

Entre las 4 destilerías que obtuvieron la calificación de excelente en su desempeño no figuran 8 de las 9 destilerías grandes que tienen aparatos de 3 columnas y están, por los tanto, capacitadas para producir alcohol de calidad, pues solamente Cuatotolapam logro tan distinguido puesto. Las otras tres fueron San Sebastián, Tala y Rosales que fabrican alcohol común.

Las dos fabricas que obtuvieron la calificación de buen desempeño fueron Casasano que está entre la categoría de destilerías chicas, pero que elabora alcohol de calidad y la otra fue San José de Abajo que fabrica alcohol de calidad, dentro del grupo de las de mediana capacidad.

La única que obtuvo la calificación de mediano desempeño fue la destilería el Carmen que está dentro de la categoría de mediana capacidad y elabora alcohol de calidad.

Las destilerías que debiendo producir alcohol de calidad éste es castigado al ser considerado como alcohol común, pierden la bonificación de N\$0.10/litro.

Por ejemplo San Cristóbal que produce 67,000 litros por día y si fuera castigada por falta de grado perdería N\$6,700 por cada día de elaboración. Sobran comentarios.

Finalmente, como es natural, la productividad medida en litros de alcohol producido por hora-hombre no puede ser la óptima en el caso de las destilerías medianas y chicas.

#### I.1.9 Proceso de fabricación del alcohol etílico en México <sup>(55)</sup>

La miel incristalizable es un subproducto del proceso de la fabricación de la azúcar. En su contenido encontramos alrededor del 55% de azúcares totales en peso, de los cuales de 33 a 40% es sacarosa y de 15 a 20% son azúcares invertidos (glucosa y fructuosa).

La descripción que se presenta a continuación está basada en el esquema de flujo que, se muestra posteriormente.

Las mieles, una vez pesadas o medidas en volumen son cargadas en un tanque de mezclado, donde son diluidas con agua caliente hasta alcanzar una densidad entre 20 y 22° Bx, para efectuar esta operación se utiliza aire burbujeado.

Posteriormente se añade ácido sulfúrico para ajustar el pH entre 4.0 y 5.5 y quedar la mezcla entre 16 y 18° Bx. A esta mezcla se le denomina mosto fresco.

El mosto fresco se prepara para distribuirse en las tinas de fermentación, al esterilizador (que puede ser un tanque ser un tanque con calentamiento a base de un serpentín), y al mezclador de mosto con levadura preparada.



La miel diluida acidificada que pasa al esterilizador se le agrega el sulfato de amonio, este último es nutriente de la levadura. Muchas de las mieles incristalizables no requieren de la adición de nutrientes. Con todo, sin embargo, las mieles ricas en sacarosa requieren de considerables cantidades de sulfato de amonio y otras sales, tales como los fosfatos, las de magnesio y de calcio. Valga la siguiente comparación ilustrativa, mientras que las mieles de alto contenido de sacarosa tienen alrededor de un 7% en peso de nutrientes, las mieles incristalizables tienen un 28% a un 35% en peso. La esterilización se hace bajo condiciones controladas.

La mezcla del esterilizador es pasada al tanque de preparación de levaduras, en donde precisamente se hace esta operación, una vez que alcanza la madurez necesaria, la levadura, es pasado el mosto con levadura a un mezclador con levadura a un mezclador con mosto fresco para de ahí mandar este flujo a las tinas de fermentación.

En las tinas de fermentación se realiza la producción del alcohol etílico, que se lleva acabo a una temperatura entre los 20°C y 30°C.

Dado que las reacciones son exotérmicas, es recomendable que estas tengan un sistema de enfriamiento. Sin embargo, casi al finalizar la fermentación, la temperatura puede ser tan alta, que es alrededor de 38°C y esta es una de las principales causas que obtengamos mosto muerto para la operación de destilación. La fermentación requiere de 28 a 72 hrs, para producir alcohol etílico con una concentración del 8% al 10% en volumen.

Cabe recordar que las levaduras tienen enzimas, tales como la invertasa que sirve para catalizar la hidrólisis de la sacarosa y la zimasa que convierte la glucosa en alcohol etílico y bióxido de carbono.

El bióxido de carbono producido en las tinas de fermentación es susceptible de ser recuperado, si el gas se pasa a través de una columna lavadora con agua, para absorber el alcohol que contienen estos gases (alrededor de 0.5% a 1% en peso del total). El agua se puede recircular al tanque mezclador donde se prepara el mosto fresco. Posteriormente el CO<sub>2</sub> puede ser purificado usando carbón activado o fuertes soluciones oxidantes. Obviamente que en las fábricas de alcohol del país, no se recupera este subproducto, que puede utilizarse para: elaboración de bebidas carbonatadas, a las que comunica sabor agradable, refrescante y ligeramente picante, por otro lado, su propiedad incombustible e incomburente permite emplearse en extinguidores, además se puede utilizar para la fabricación de hielo seco o nieve carbónica.

La destilación se inicia en la columna destrozadora o fraccionadora.

El mosto muerto antes de alimentarlo a dicha columna, es pasado por un calentavinos (precalentador de carga), que intercambia calor con los vapores que salen del domo de la columna. La alimentación generalmente se hace por la parte central de la columna, en el plato denominado de alimentación.

En el fondo de la columna, se alimenta vapor directo, lo que nos va a generar el sistema de destilación por arrastre de vapor y cuyo calentamiento van originar la separación de los componentes ligeros, que salen por la parte superior de la columna, que generalmente están compuestos de un mezcla de vapores, que contienen agua, alcohol y compuestos volátiles como pueden ser los aldehídos.

Estos vapores son condensados con el mosto muerto que es alimentado a la columna y esta corriente es recirculada a ella. En los platos superiores de la columna sale una corriente denominada de alcoholes diluidos (8% a 10% en volumen), que va a servir de alimentación a la columna depuradora.

En la base de la columna salen los fondos que constituyen las vinazas, las cuales antes de enviarlas al drenaje hay que degradarlas en lagunas de oxidación.

Las vinazas pueden evaporarse y ser usadas como alimento del ganado, ya que contienen proteínas, residuos de azúcares o sacáridos, materiales vitamínicos y sales minerales. También pueden concentrarse y pueden utilizarse como base para adhesivos. Pueden también secadas y calcinadas para extraerles carbón activado y cenizas de potasa, estas ultimas se pueden utilizar como fertilizantes.

Para purificar el alcohol diluido que es alimentado en la parte central de la columna depuradora, llamada también de aldehídos o cabezas.

Los vapores volátiles que salen del domo, pasan por condensadores totales y una parte retorna a la columna y la otra parte sale como cabezas, y constituyen del 33% al 50% en volumen de la corriente recirculante. Las cabezas son alcoholes que contienen aldehídos y otras impurezas y tienen alrededor de 85% de alcohol en volumen.

En esta columna el calentamiento se realiza mediante un rehervidor de fondos.

En la parte inferior de la columna hay una corriente de salida que es el alcohol pasteurizado y que contiene de 50 a 60% de alcohol en volumen, que este a su vez sirve de alimentación a la columna de rectificación.

El alcohol pasteurizado es alimentado en la parte central de la columna rectificadora o refinadora.

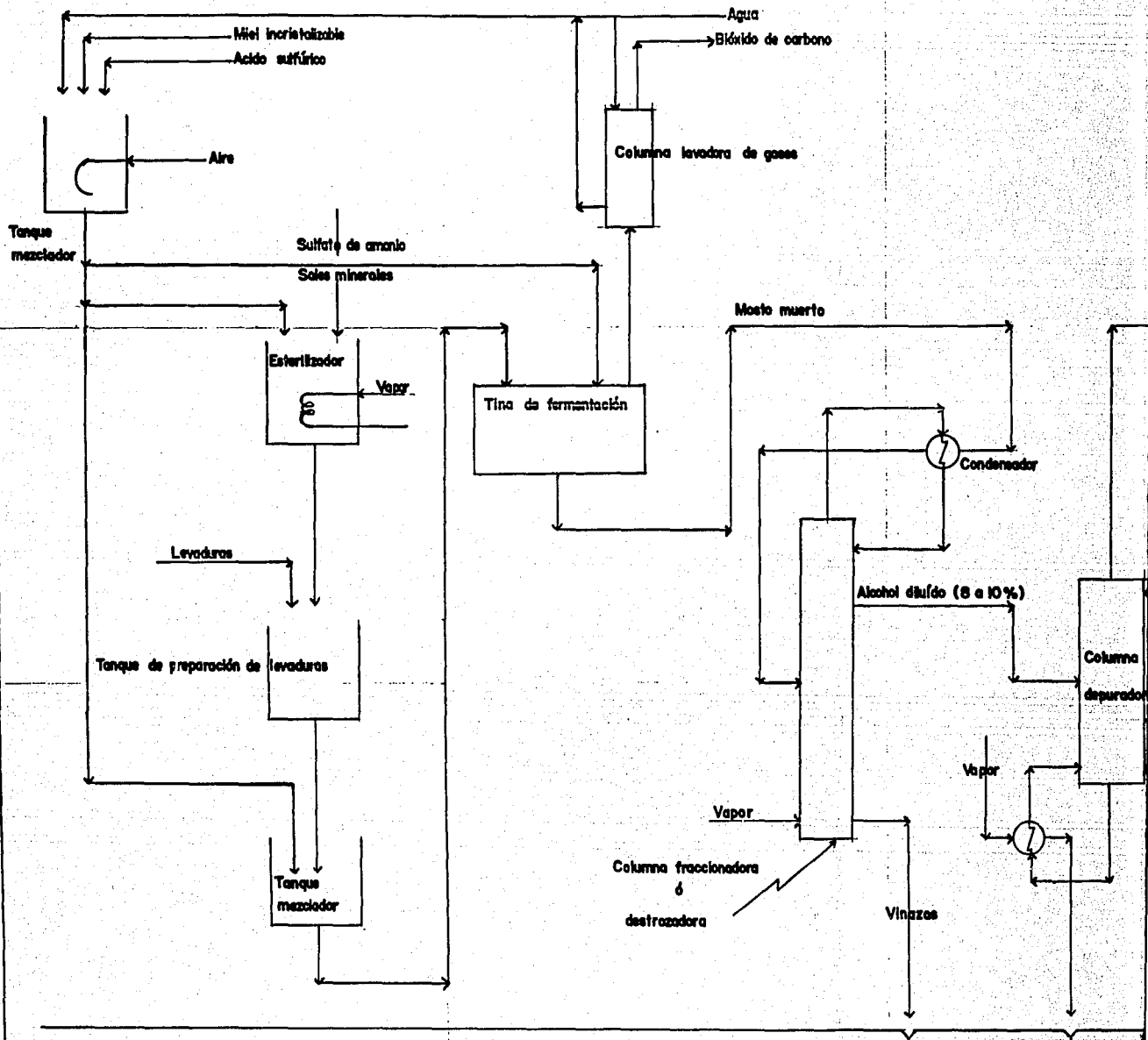
Por el domo se condensan compuestos ligeros y son recirculados, si éstos tienen aldehídos, parte de ellos son retornados a la columna de depuración.

En la parte superior de la columna, sale alcohol de calidad que pasa a los tanques de aforo (medida) de donde se bombea al tanque de almacenamiento. Este alcohol tienen un 95% a 96% en volumen de alcohol.

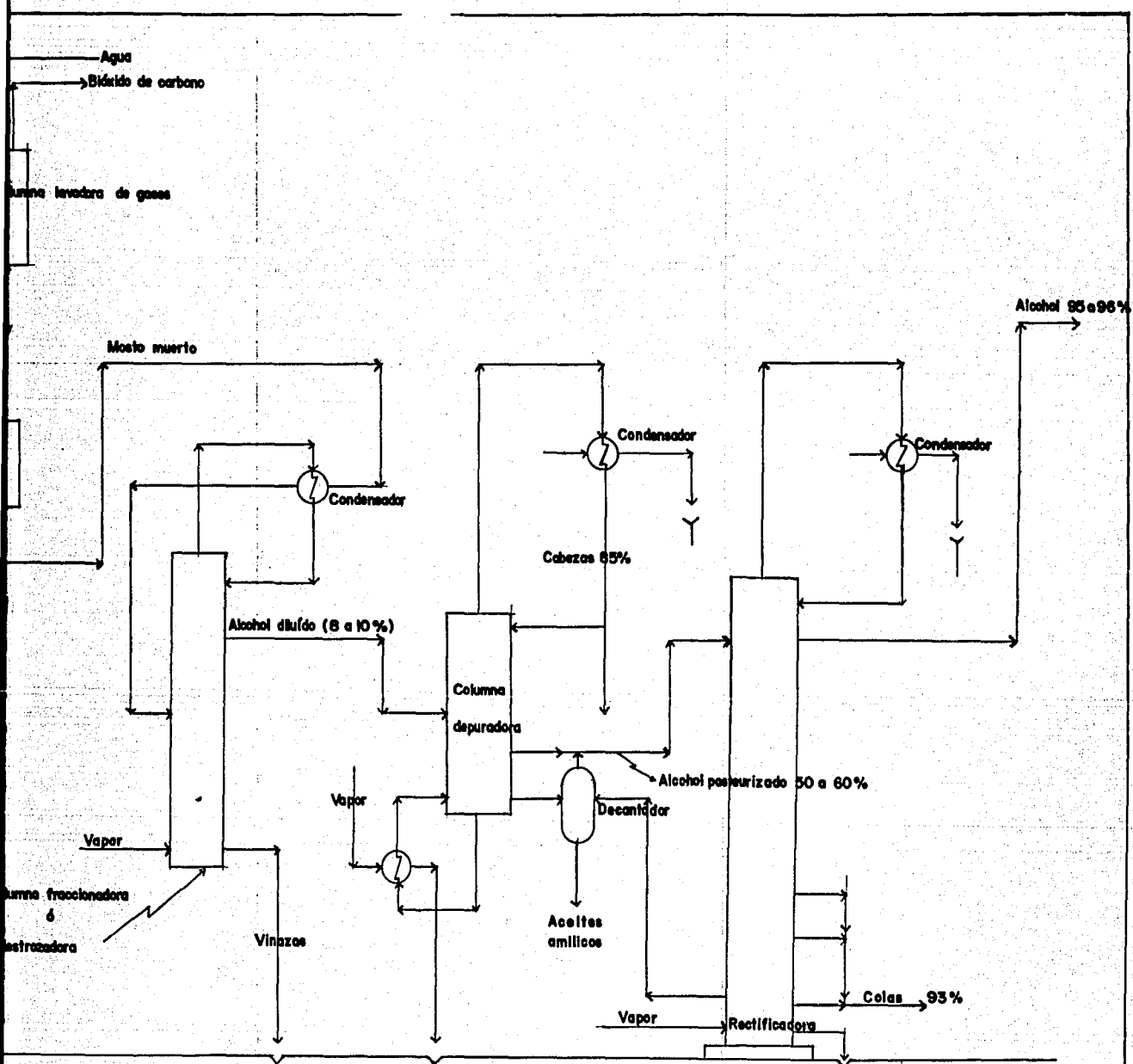
En los platos inferiores de dicha columna se encuentran las salidas que convergen a una sola, de las colas. Este tipo de alcohol tiene la característica de tener residuos de aceites de fusel (mezcla de alcoholes).

Normalmente en las fábricas de alcoholes entre la columna depuradora y la de rectificación, en la base de ellas hay dos salidas que van al separador de aceite de fusel, y en esta se efectúa la separación por gravedad, mediante la diferencia de densidades entre los alcoholes y aceites de fusel provenientes de estas columnas. La mezcla de alcoholes que quedan en la parte superior del separador son enviados a la columna de rectificación. En la base del separador esta la salida del aceite de fusel.

El aceite de fusel es una mezcla de alcoholes superiores de alto punto de ebullición (entre 103°C y 137°C) y una densidad superior a la del alcohol etílico y lo constituyen el alcohol amílico, isoamílico y otro tipo de isómeros de éste alcohol de cinco carbonos, además del alcohol propílico y tienen un olor a almendras amargas y es usado como solvente o fijador de perfumes.



										...ESTE TRABAJO INCLUYENDO EL MATERIAL PATENTADO
										CONFIDENCIAL DE FACULTAD DE QUIMICA Y SU USO
										QUE EL USUARIO ACEPTA NO COMOLO TOTAL O PA
										ESTE NI EL MATERIAL DESCRITO EN EL PRA COTRO PE
DIBUJO DE REFERENCIA	REVISION	DIBUJO	VERIFICACION	INGENIEROS ESPECIALIZADOS	INGENIEROS DEPARTAMENTO	INGENIEROS DIVISION	COORDINADOR	FECHA	CLIENTE	PROYECTO: PLANTA PRODUCTORA DE ETANOL LUGAR: ZAPADAPITA PANUCO VER.



			ESTE TRABAJO INCLUYENDO EL MATERIAL PATENTADO, CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL DE FACULTAD DE QUIMICA Y SU USO ESTA CONDICIONADO A QUE EL USUARIO ACEPTA NO CONEJLO TOTAL O PARCIALMENTE Y NO EMPLEAR ESTE NI EL MATERIAL DESCRITO EN EL PARA OTRO PROPOSITO NO AUTORIZADO.	EDICION :	FACULTAD DE QUIMICA
				FECHA :	
				INICIO :	DESTILERIA EN MEXICO
				APROBADO :	ESCALA: AOOT :
DOE	FECHA	CLIENTE	PROYECTO: PLANTA PRODUCTORA DE ETANOL LUGAR: ZAPOAPITA PANUCO VER.	FIRMA :	DIBUJO: NA. I REVISION:

#### I.1.10 Las destilerías como fuente de contaminación <sup>(49), (50)</sup>

El único efluente que es realmente contaminante es la vinaza. Entre más grande sea la capacidad de la destilería mayores daños causará al entorno y a las corrientes de agua.

Algunas destilerías están tratando de utilizar las vinazas como substrato para producir bio-gas.

La forma más sencilla y económica para deshacerse de las vinazas es por el riego a campos de cultivo, previa degradación en lagunas de oxidación.



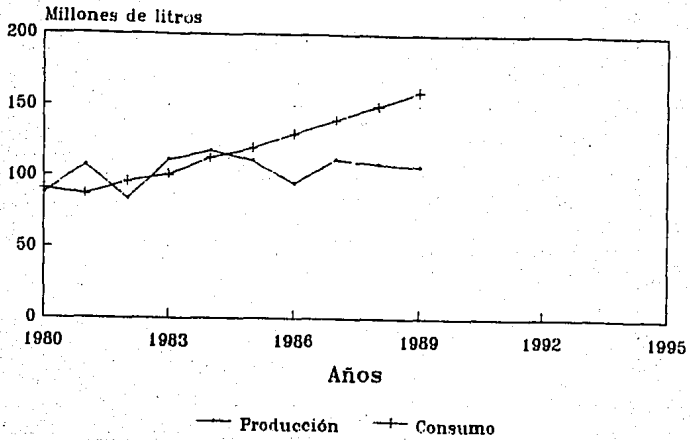
### I.1.11 Comentarios

La exposición presentada, nos sugiere que todos los técnicos especializados, investigadores e interesados de esta rama experimenten para encontrar la mejor solución específica en cada ingenio y destilería del país, tomando en consideración las siguientes recomendaciones:

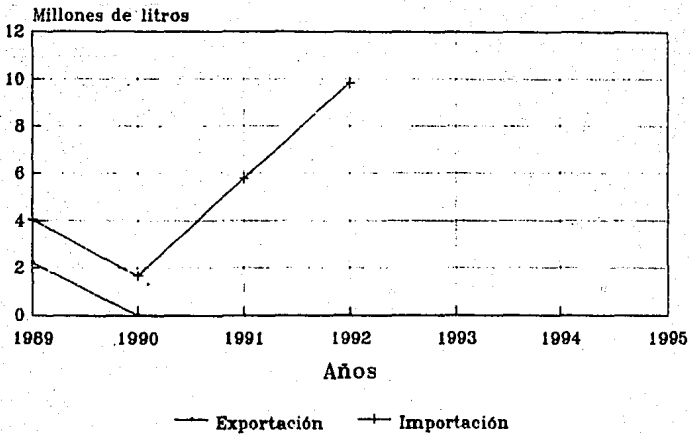
- a. Producir alcohol de calidad (Grados 3 y 4)
- b. Tener una capacidad instalada mayor a los 20,000 litros por día
- c. Mejorar la eficiencia de la destilación (Trabajar con un solo alambique)
- d. Operar 300 días al año (280 días de elaboración y 20 para mantenimiento)
- e. Absorber los volúmenes de importación
- f. Tener un control de calidad en la materia prima y en producto terminado
- g. Mejorar la eficiencia de la fermentación
- h. Considerar la instalación de una planta para el tratamiento de las vinazas

Si como resultado del estudio de los especialistas se considera la instalación de una planta destiladora nueva se prevé una capacidad de 88,000,000 de litros al año. Esta capacidad considera absorber las importaciones y así como la demanda nacional del alcohol de calidad, sustituyendo la producción de las plantas que no satisfacen los requerimientos de calidad.

## Comercio Interior de etanol



## Comercio Exterior de etanol



## I.2 LOCALIZACION DE LA PLANTA

### I.2.1 Generalidades <sup>(22)</sup>

Se da a continuación el estudio de los factores importantes que hay que considerar de terrenos para la localización de la planta:

- a. Disponibilidad de materia prima
- b. Municipios
  - b.1 Perfil histórico-cultural
  - b.2 Medios físico y geográfico
  - b.3 Marco social
  - b.4 Marco económico

### I.2.2 Materia prima <sup>(48), (49)</sup>

Conforme a los comentarios realizados en el capitulado I.1, se opta por el desarrollo de una planta destilera de capacidad de 88,000,000 de litros de alcohol etílico al año.

Para tal propósito, se propone ubicar la planta en la zona cuya producción de mieles incristalizables a 85°Bx nos pueda proveer al 100% el requerimiento de las mismas, que se estima en 146,311 toneladas.

Las regiones que puede cubrir estos requerimientos, son, la zona norte de Veracruz, el sur de Tamaulipas y el este de San Luis Potosí; ya que los ingenios que se localizan en esta zona, mayoritariamente no destinan sus mieles para la elaboración de alcohol, y son los siguientes:

## INGENIOS

MIELES DISPONIBLES A 85°Bx PARA

ELABORAR ALCOHOL, EN TONS./AÑO

Alianza Popular	12,670
El Higo	11,830
El Mante	8,520
El Potrero	29,520
La Concepción	7,750
La Gloria	13,750
Plan de Ayala	16,200
Plan de San Luis	13,690
Ponciano Arriaga	17,110
Xicoténcatl	11,480
Zapoapita	<u>14,200</u>
Suma	156,720

Observe la figura I, para la ubicación geográfica de los ingenios.

# División Política de los Estados Unidos Mexicanos

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA  
GEOGRAFIA E INFORMATICA



1. AARON SAENZ "Xicotencatl"
2. ADOLFO LOPEZ MATEOS
3. ALIANZA POPULAR
4. ALVARO OBREGON
5. ATENCINGO
6. BELISARIO DOMINGUEZ
7. BELLAVISTA
8. CALPAM
9. CASASANO
10. CENTRAL PROGRESO
11. CONSTANCIA
12. CUATOTOLAPAM
13. DOS PATRIAS
14. EL CARMEN
15. EL DORADO
16. EL HIGO
17. EL MANTE
18. EL MODELO
19. EL MOLINO
20. EL POTRERO
21. EL REFUGIO
22. EMILIANO ZAPATA
23. HERMENEGILDO GALEANA
24. INDEPENDENCIA
25. JOSE MARIA MARTINEZ "Tala"
26. JOSE MARIA MORELOS
27. LA CONCEPCION
28. LA GLORIA
29. LA JOYA
30. LA MARGARITA
31. LA PRIMAVERA
32. LA PROVIDENCIA
33. LA PURISIMA
34. LAZARO CARDENAS
35. LOS MOCHIS
36. MAHUKTLAN
37. MELCHOR OCAMPO
38. MOTZORONGO
39. PEDERNALES
40. PLAN DE AYALA
41. PLAN DE SAN LUIS
42. PONCIANO ARRIAGA
43. PRESIDENTE BENITO JUAREZ
44. PRESIDENTE JOSE LOPEZ PORTILLO
45. PUGA
46. PUJILITC
47. PURUARAN
48. QUESERIA
49. ROSALES
50. SAN CRISTOBAL
51. SAN FRANCISCO AMECA
52. SAN FRANCISCO EL NARANJAL
53. SAN GABRIEL
54. SAN JOSE DE ADAJO
55. SAN MIGUELITO
56. SAN NICOLAS
57. SAN PEDRO
58. SAN SEBASTIAN
59. SANTA CLARA
60. SANTA ROSALIA
61. SANTO DOMINGO
62. TAMAZULA
63. TRES VALLES
64. ZAPOAPITA

ESCALA 1 12,500,000

0 60 120 180 240 300 600

COMPILADA DE LA CARTA GEOGRAFICA  
ESCALA 1 4,000,000  
I. N. E. G. I.

114°00'      108°00'      102°00'      96°00'

### I.2.3 Municipios

A continuación, presentamos un estudio de los municipios en los cuales se encuentran los ingenios mas grandes de la zona que sugerimos para la ubicación de la planta.

#### 1.2.3.1 PANUCO, VERACRUZ <sup>(56)</sup>

##### PERFIL HISTORICO-CULTURAL

###### Cronología de la ciudad

Pano-co es voz de origen Náhuatl que significa "En el vado, paso del río o puente", por ser, según la tradición, el lugar donde los antiguos Toltecas pasaron el río para dirigirse a la altiplanicie mexicana. Es una población muy antigua que data del período llamado Preclásico, por el tercer milenio antes de nuestra era.

###### Fiestas populares, leyendas, tradiciones y costumbres

En el mes de Marzo, del 4 al 16, se celebra el Carnaval; en Abril, del 1 al 13, se lleva acabo una feria popular; el 22 de Junio se celebra un maratón motonáutico; en Octubre, del 4 al 19, se celebra la fiesta folklórica Huasteca, y en Diciembre 26 hay festejos conmemorativos por la fundación de Pánuco.

## MEDIO FISICO Y GEOGRAFICO

### Localización

El municipio de Pánuco se localiza geográficamente entre las coordenadas extremas del meridiano 97° 54' al 98° 38' de longitud oeste y del paralelo 21° 42' al 22° 28' de latitud norte. Su altitud promedio es de 60 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el estado de Tamaulipas, al sur con el municipio de Tempoal, al este con Pueblo Viejo y Tampico Alto, al oeste con el estado de San Luis Potosí y al sureste con Ozuluama.

Tiene una superficie de 3,277 Km<sup>2</sup>, que representa el 4.5% del total del estado.

Se divide en 478 localidades, entre las que destacan: Alamo, Aztlán, Tamos, Tlahuas y Tlaxcalita.

### Hidrografía

Se encuentra regado por los ríos Pánuco y Tamesis, este último divide al estado de Veracruz con Tamaulipas; además, se localizan las lagunas de Cerro de Pez, Dulce, Tortuga, Chila, Marland, Los Moros, Quimín, Camalote, Herradura y Tancoco.

### Clima

Su clima es cálido y extremoso, con temperatura media anual de 24.3°C y con un período marcado de lluvias de Junio a Septiembre. Su precipitación media anual es de 1,079 milímetros.

### Orografía

Se encuentra situado en la zona norte y límite del estado, dentro de la región de la llanura Huasteca.

El municipio presenta dos formas características de relieve: zonas semiplanas que se localizan en el norte, sureste y suroeste y están formadas por cerros y lomeríos; las zonas planas que se localizan en el noreste, noroeste, centro y sur, este y oeste, están formadas por aluviones de los ríos Pánuco y Támesis.

#### Clasificación y uso del suelo

Su suelo es regular y del tipo vertisól, cuya característica es de grietas anchas y profundas con marcada estación seca, y otra lluviosa, su vegetación natural es variada y de baja erosión.

#### Flora y fauna

Su vegetación es de tipo selva baja caducifolia, manglar, tular, vegetación halófila y vegetación secundaria.

Las especies más comunes de la fauna silvestre son conejo, coyote, tlacuache, mapache, armadillo, tejón, venado, paloma, codornis, gavián y víboras.

#### MARCO SOCIAL

##### Población

En 1986 la población total fue de 94,346 habitantes; el 39.3% se consideró población urbana y el 60.6% rural. Se estima que para el año 2000 la población será de 136,826 habitantes; observándose que el crecimiento de la población rural es más acelerado en comparación con la urbana, toda vez que las tasas de crecimiento anual fueron del orden del 8.5% y 0.6%, respectivamente.



## Educación, cultura, recreación y deporte

En el municipio existen los niveles de educación preescolar, primaria, secundaria y bachillerato.

El índice de analfabetismo se logró disminuir de 1960 a 1980, de 37.0% a 16.2% en 20 años.

## Salud

Entre las instituciones médicas que prestan servicios de salud pública se encuentran el ISSTE y la Dirección General de Asistencia Pública del Estado (DGAPE).

El sector privado cuenta con algunos establecimientos médicos que revisten cierta importancia.

## Vivienda

En 1986 el total de viviendas existentes fue de 13,793, de las cuales el 99% se consideraron viviendas particulares y el 0.2% colectivas. El promedio de ocupantes por vivienda fue de 8 personas.

## Comunicaciones y transportes

El municipio dispone de un total de 152.7 kilómetros de carreteras, de las cuales 102.5 kilómetros estatales pavimentadas y 47.3 kilómetros de caminos rurales. Este conjunto de carreteras lo integran los tramos siguientes: Ciudad Valles-Tampico, con 53.5 kilómetros; Alazán-Canoas, con 49 kilómetros; Tamós-Minera Autlán, con 2.9 Kilómetros; ramal a La Michoacana, con 7 kilómetros; Tlaxcalita-Chapacao, con 7 kilómetros; ramal a Estación-Méndez, con 11 kilómetros; ramal a Ochoa, con 15 kilómetros; Microondas-Mahuavas, con 0.3 kilómetros y Estación Méndez-Chapacao, con 7 kilómetros.

Esta infraestructura le permite comunicarse con localidades intermedias y con ciudades como Tampico, Tempoal, Tantoyuca y Tuxpan.

La cabecera municipal tiene los servicios de teléfonos, correo, telégrafo y una radiodifusora A.M. De las 478 localidades que la integran únicamente cinco tienen servicio telefónico.

#### Servicios públicos

El municipio ofrece a sus habitantes los servicios de alumbrado público, energía eléctrica, limpieza, seguridad pública, tránsito, agua potable y alcantarillado, parques y jardines, centros culturales, recreativos y deportivos; central de abastos, mercados públicos, equipamiento y vialidad, transportación, rastros y panteones.

#### MARCO ECONOMICO

##### Población económicamente activa

La población económicamente activa (PEA) en 1986 fue de 28,823 habitantes, distribuida principalmente en las siguientes ramas económicas: el 36.5% en agricultura, ganadería y pesca, el 8.5% en la industria manufacturera, el 8.2% en los servicios comunales y el 29% en actividades insuficientemente especificadas.

## Actividades económicas

**Agricultura:** La actividad agrícola que se realiza en el municipio gira en torno al cultivo de los siguientes productos: caña de azúcar, maíz, frijol, sorgo grano, soya, chile verde, sorgo forrajero, jitomate, cártamo, sandía, plátano, arroz y girasol.

**Ganadería:** Se crían, principalmente, las siguientes razas: suizo, cebú, charolais, holstein y Santa Gertrudis, entre el ganado bovino que es el de mayor producción. También se cría ovino, caprino y porcino.

**Industria:** El municipio cuenta con diversos establecimientos, de los cuales destacan por su participación porcentual respecto al total, los siguientes: con el 32.2% molinos de nixtamal, con el 20.3% molinos-tortillerías, con el 8.5% tortillerías, con el 6.8% fabricación de hielo y con el 5.1% fábricas de mosaicos, tubos y similares a base de cemento.

Algunas de las principales empresas que se localizan en el municipio son: Triturados del Golfo, S.A., Cía. Minera Autlán, S.A. de C.V., y Fomento Azucarero del Golfo, S.A.

**Pesca:** Esta actividad se encuentra en pleno desarrollo, estimándose que en el futuro podrá ser uno de los más importantes polos pesqueros del estado.

PANUCO





PERFIL HISTORICO-CULTURAL

Cronología de la ciudad

El nombre antiguo de este municipio era el de Tantocob, que significa "Lugar de Nubes". posteriormente, en 1524, los españoles ocuparon el antiguo poblado y, en 1533, por orden de Nuño Beltrán de Guzmán, que había sido nombrado gobernador, el pueblo es rebautizado con el nombre de Santiago de los Valles.

Fiestas populares, leyendas, tradiciones y costumbres

Fiestas populares: Fiestas de Semana Santa; Mayo 8 al 28, feria regional de la Huasteca Potosina, con exposición ganadera, comercial, industrial, artesanal y peleas de gallos; del 23 al 25 de Julio, fiesta de Santiago Apóstol, con juegos pirotécnicos, música, danzas y procesiones.

Alimentos, dulces y bebidas típicos

Alimentos: Zacahuil, enchiladas Huastecas, bocoles, pacholes, cecina Huasteca, requesón, catán y acamayás.

Dulces: Conserva de ciruela, palmito con leche, dulce de chayote, coco y cajeta.

Bebidas: Vino de jobo de ciruela, atole de piña y capulín.

## MEDIO FISICO Y GEOGRAFICO

### Localización

El municipio cuenta con una superficie de 2,111 kilómetros cuadrados, que representan un 3.5% con respecto al estado; se localiza al este de San Luis Potosí, en las coordenadas geográficas de 21° 45' a 22° 25' latitud norte y 99° 45' a 99° 25' de longitud oeste, a una altura de 95 metros sobre el nivel del mar.

Limita al norte con el estado de Tamaulipas, al sur con el municipio de Aquismón, al este con el de Tamuín, al oeste con el de Tamasopo, al noreste con el de Ciudad del Maíz y al suroeste con el municipio de Tanlajás.

### Hidrografía

Por la parte norte entran los ríos El Salto, El Naranja y El Gato, los cuales se unen para formar el río Valles.

Por la porción oriente pasa el río Valles y en el sureste se localiza el río Coy.

Al norte se encuentran las lagunas La Ciénega y Las Lajitas, que proceden de una corriente de carácter intermitente llamado Arroyo Grande.

### Clima

Es considerado como tropical. Su temperatura media anual es de 24.5°C, con una absoluta de 45.5°C y una mínima de 6°C.

## Orografía

En la región oeste es donde se localiza la parte más montañosa del territorio, ya que incluye una porción de la Sierra Madre Oriental. Las elevaciones reciben diversos nombres, como son: Sierra Colmena, al suroeste la Sierra de La Pila y la Sierra Abra de Tanchipa.

Toda la región al sur y al centro está constituida por planicie.

## Clasificación y uso del suelo

El municipio posee suelos que presentan grietas anchas y profundas. En la época de sequía, son suelos duros arcillosos, frecuentemente negros, rojizos y grises. Su vegetación natural es variada, tiene una capa superficial en materia orgánica, son profundos. Su susceptibilidad a la erosión es moderada. Su suelo es apto para uso agrícola y ganadero.

## Flora y fauna

El tipo de vegetación en el bosque de cedro rojo son maderas corrientes tropicales, tulares y palma. Su fauna la componen aves canoras, loros, guacamayas, golondrinas, víboras, gato montés, liebre, armadillo, tlacuache, conejo y lagarto.



## MARCO SOCIAL

### Población

Su población asciende a 105,625 habitantes, cifra que representa el 6.3% del total estatal. La tasa de crecimiento alcanza el 3.09%, su densidad de población es de 50 habitantes por kilómetro cuadrado. Las localidades con mayor número de habitantes son: Rascón, Las Aguilas, Estación San Dieguito, 20 de Noviembre y Laguna del Mante. La población entre hombres y mujeres es del 49% y 51%, respectivamente.

### Educación, cultura, recreación y deporte

El municipio cuenta con la infraestructura necesaria para atender la educación desde preescolar hasta el nivel profesional.

En lo que respecta a la cultura cuenta con el Museo Regional Huasteco de Antropología y Arqueología; para la recreación hay cines, teatro, clubes campestres, auditorios, así como centros deportivos.

### Salud

Se cuenta con hospital general y centros comunitarios de la Secretaría de Salud (SSA), hospital general de zona, unidad médica familiar y unidades médicas rurales dependientes del IMSS y una clínica del ISSTE.

## Vivienda

Los materiales predominantes en la construcción de las viviendas de la cabecera son: concreto, cemento y tabique. La relación de habitantes por vivienda es de 5%. Es muy común en algunas localidades el uso del carrizo, el bambú y la madera, para la construcción de las casas-habitación; la mayoría de las viviendas cuenta con los servicios de agua potable y energía eléctrica. El servicio de drenaje solo se presta en la cabecera municipal.

## Comunicaciones y transportes

La red caminera alcanza una longitud de 600 kilómetros y se integra con 121 kilómetros de carreteras federales; 70 kilómetros de carreteras estatales y 512 kilómetros de caminos rurales.

Las carreteras federales son: la número 70 (Tampico-Barra de Navidad), que cruza de oriente a poniente y la número 85 (México-Laredo), atravesando de sur a norte. Los caminos rurales comunican a 140 comunidades del municipio.

Se tienen 112 kilómetros de vías férreas: la denominada vía San Luis Potosí-Tampico, que atraviesa por el norte determinando cinco estaciones que son Rascón, San Dieguito, Crucitas, Pago-Pago y Ciudad Valles.

El correo es suministrado a través de una administración y seis agencias postales.

Hay una red telefónica automatizada, seis establecimientos con caseta para larga distancia y una caseta telefónica rural en Estación Rascón. Solamente cuatro empresas cuentan con servicio de télex.

Existen doce líneas de autobuses foráneos que comunican al municipio con la capital del estado y otras ciudades del país.

#### Servicios públicos

El municipio ofrece a sus habitantes los servicios de energía eléctrica y agua potable, drenaje y alcantarillado, aunque éstos sólo se ofrecen en la cabecera municipal.

Además cuenta con parques y jardines, rastro, vialidad y seguridad pública, alumbrado público y panteones.

### MARCO ECONOMICO

#### Población económicamente activa

La población económicamente activa (PEA) del municipio asciende a 34,392 habitantes; lo que representa el 6.4% del total estatal.

Las actividades del sector primario están integradas por 7,358 personas; el secundario es integrado por 5,768, el terciario por 10,315 y el resto se dedican a actividades no especificadas.

#### Actividades económicas

**Agricultura:** Dentro de los cultivos destaca maíz, frijol y caña de azúcar, así mismo encontramos naranja, mango y jitomate silvestre.

**Ganadería:** Se cría ganado cebú en sus diferentes variedades de alta calidad, así como ganado bovino y porcino.

**Explotación forestal:** Se explota el cedro rojo, maderas corriente, tropical y chaca.

**Piscicultura:** La actividad piscícola se lleva a cabo en las lagunas del Monte; cuenta con nueve bordos en la localidad de San Dieguito.

**Minería:** El municipio cuenta con los siguientes recursos mineros: plomo, barita, fluorita y fosforita.

**Industria:** Ingenios azucareros, fábricas de ron, Cementos Mexicanos, Procesadora de Maderas y Fábricas de Tuberías y Alcantarillado. Muestra un panorama de mucha importancia que influye sobremanera en la economía del municipio.

**Turismo:** Balneario El Bañito, de aguas termales; el río Micos constituye un bello espectáculo con sus saltos y cascadas, como la cascada de Micos; zona arqueológica de Tampuxeque y el Museo Regional Huasteco de Antropología y Arqueología.

**Comercio:** El municipio de Ciudad Valles es uno de los que tiene buen comercio, con almacenes altamente surtidos en los que se encuentran artículos como alimentos, calzado, ferreterías, papelerías, muebles, aparatos eléctricos, semillas y fertilizantes, farmacias, etc.





### I.2.3.3 XICOTENCATL, TAMAULIPAS <sup>(57)</sup>

#### PERFIL HISTORICO-CULTURAL

##### Cronología de la cabecera municipal

El 15 de Marzo de 1751, a orillas del río Guayalejo, en Congregación Gallinas, se fundó la villa de Escandón; con la llegada de aproximadamente 100 familias, al mando del capitán Nicolás Alvarez, confiriéndole ese nombre en honor del colonizador José de Escandón Helguera.

Más tarde, fue cambiada ríu Abajo debido a los continuos ataques de los indios Janambres y Pisones. Posteriormente, se vuelven a establecer en Congregación Gallinas. En 1753, era capitán de la villa Antonio de Puga, quien sustituyó al primer capitán Nicolás Alvarez. Siendo gobernador del estado Lucas Fernández el 27 de Octubre de 1828 decretó el cambio de nombre por el de Xicoténcatl; en honor del héroe Tlaxcalteca: Felipe Santiago Xicoténcatl.

Fiestas populares, leyendas, tradiciones y costumbres

Fiestas populares: Las más sobresalientes son: 15 de Marzo, fecha en que se festeja la fundación de la villa de Escandón, hoy Xicoténcatl, y la del último del mes Enero, en que se efectúa la fiesta del Dulce Nombre de Jesús.

## MEDIO FISICO Y GEOGRAFICO

### Localización

El municipio se encuentra ubicado en la cuenca hidrológica del río Guayalejo, en la porción sur del estado; cuenta con una extensión superficial de 1,267 kilómetros cuadrados, representando el 1.58% respecto al territorio estatal.

La cabecera municipal se localiza a los 22° 39' 48" latitud norte y a los 0° 10' 10" longitud oeste, a una altitud de 131 metros sobre el nivel del mar.

Colinda al norte con el municipio de Llera; al sur con el de Mante; al este con el de González y al oeste con el de Gómez Farías. El municipio de Xicoténcatl está constituido por 212 localidades, de las cuales las más importantes son: Xicoténcatl (Cabecera municipal), Emiliano Zapata, Independencia y Rosendo G. Castro.

### Hidrografía

El río Guayalejo cruza al municipio de noreste a suroeste, dirigiendo su escurrimiento hacia el río Pánuco. Además cuenta con la presa Xicoténcatl, ubicada en la región noroeste del municipio, misma que es alimentada por el Guayalejo.

### Clima

Se distingue por su clima semicálido, con lluvias en verano en la parte poniente, en el centro y oriente del municipio; la temperatura media anual fluctúa entre los 22°C y 26°C. La precipitación pluvial media anual oscila entre los 500 y 800 milímetros cúbicos, predominando los vientos del sur y sureste.



## Orografía

La mayor parte del suelo es plano. Únicamente algunas pequeñas porciones al norte y noreste del municipio están ocupadas por pendiente, sin que sean de consideración.

## Clasificación y uso del suelo

La unidad de suelo predominantes es el vertisól, lo que permite el desarrollo agrícola.

## Flora y fauna

La vegetación existente en el municipio es muy diversa, pues encontramos desde la selva baja caducifolia que abarca un 80%, componiéndose el resto por matorral crasirosurifolio espinoso, bajo espinoso, selva caducifolia y matorral subinermes.

En cuanto a fauna, encontramos hebre, armadillo, conejo, tejón, zorrillo, chachalaca, víbora, venado cola blanca, zorra y coyote.

## MARCO SOCIAL

### Población

De acuerdo al X Censo General de Población y Vivienda de 1980, el número de habitantes fue de 24,708 habitantes, que representan el 1.28% de la población total del estado. Su población es básicamente joven, ya que 18,262 personas de la población total del municipio fluctuó entre los 0 a 34 años de edad, habiendo una distribución proporcional entre ambos sexos. La densidad para ese año era de 19.5 y en 1985 de 22.5 habitantes por kilómetro cuadrado, respectivamente.

La tasa promedio anual de crecimiento se estima que será de 2.88 y 2.21 para las décadas 1980-1990 y 1990-2000, respectivamente; por lo que se considera que para 1988 el número de habitantes alcanzará un total de 31,083; en 1990 32,902 y para el año 2000 ascenderá a 40,959 habitantes.

#### Educación, cultura, recreación y deporte

En cuanto a educación básica, media y superior, el municipio cuenta con la infraestructura que resuelve el problema educativo. Todo ello sostenido por el gobierno federal y estatal a través de la SEP, INEA, CONAFE y el FIOSCER, ya que el municipio de Xicotécatl es eminentemente cañero. Los recursos que forman parte del medio cultural son: la Biblioteca Municipal y el Teatro al aire libre.

La cabecera municipal cuenta con parques con atractivos naturales, plaza pública y cines. Continuamente se organizan torneos de fútbol, volibol y béisbol, contándose para ello con equipos y canchas deportivas tanto en la cabecera municipal como en las localidades más importantes.

#### Salud

Para la atención de la salud, la cabecera municipal dispone de un centro de salud tipo C, dependiente de la Secretaría de Salud (SSA); de unidades médicas familiares y hospitales del IMSS, así como puestos periféricos del ISSTE. También existen consultorios rurales ubicados en las localidades más importantes del municipio.

## Vivienda

Según en Anuario Estadístico del Estado (1984), en el municipio existían 4,610 viviendas, de las cuales el 68.4% eran propias y el 31.6% rentadas. Respecto a los materiales empleados para la construcción, el 54% son de palma o similar; el 32.6% de concreto y el 13.4% de madera, contando la mayoría de las viviendas con los servicios de energía eléctrica, agua potable y drenaje.

## Comunicaciones y transporte

La cabecera municipal y el resto del municipio se comunica mediante una carretera de 11.6 kilómetros que entronca con la carretera nacional número 85, denominada México-Laredo.

Otro medio de comunicación es el tren, que cruza por el municipio a través de la ruta Ciudad Mante a Estación Calles, misma que entronca con la línea ferroviaria que va de Tampico a Monterrey. También cuenta con una pista de aterrizaje, propiedad de la Compañía Azucarera del Río Guayalejo. En la cabecera municipal se encuentra una central telefónica automática que coordina el servicio para el área urbana y rural, pudiéndose realizar llamadas telefónicas nacionales e internacionales mediante el sistema LADA; de igual manera cuenta con servicio de correo y telégrafo, al igual que radio gobierno.

## Servicio públicos

El municipio ofrece a los habitantes los servicios de alumbrado público, seguridad pública, panteón, rastro, limpieza, parques, jardines y centro de abasto.

## MARCO ECONOMICO

### Población económicamente activa

La población económicamente activa (PEA), en el año de 1980, fue de 7,186 personas, que representaban el 29% de la población total del municipio.

La estructura de la PEA por rama de actividad económica es:

Agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca	2,411
Explotación de minas y canteras	14
Industria manufacturera	907
Electricidad, gas y agua	12
Construcción	342
Comercio	366
Comunicaciones, transportes y almacenamiento	300
Establecimientos financieros	64
Servicios sociales y personales	839
Insuficientemente especificadas	1,882
Desocupados	49
Actividades económicas	

Agricultura: Dentro del municipio, los principales cultivos son: caña de azúcar, maíz, sorgo, soya. En cuanto a plantaciones frutales, encontramos mango, naranjo, limón, aguacate y ciruelos.

Ganadería: Se cría ganado bovino, porcino, caprino, equino y ovino.

**Industria:** A un lado de la cabecera municipal funciona el ingenio de la Compañía del Río Guayalejo, S.A.

**Turismo:** Se cuenta con hermosos parajes del río Guayalejo y con la presa Xicoténcatl, practicando en ella la pesca como medio de distracción.

**Comercio:** Dentro del municipio la comercialización de productos esencialmente de tipo doméstico, lo cual se da por medio de instituciones como la CONASUPO, IMPECSA; además de las tiendas del sector público y privado.





#### I.2.4 Comentarios

Por lo anteriormente expuesto, se hace notar que el factor predominante para la selección del sitio final es la cercanía con los suministros de la materia prima. Además, considerando que el alcohol etílico tiene un punto de inflamabilidad menor a 37°C, es necesario elegir un lugar tal que su temperatura oscile entre los 20°C y 25°C, ya que el etanol presenta un alto riesgo de incendio y las mieles tienden a cristalizar a bajas temperaturas. Por tal motivo sugerimos que la planta se ubique en Pánuco, Veracruz; ya que en este sitio contamos con la totalidad de las mieles del ingenio de Zapoapita, y cercanía con todos los ingenios mencionados, y por tales causas, se descarta el municipio de Xicoténcatl. Por otra parte, debido a las temperaturas extremosas se descarta el municipio de Ciudad Valles.

Se tomó en cuenta para ésta localización una disposición continua de agua para el suministro de la planta, una disposición de regiones amplias para el cultivo de caña de azúcar; se dispone en el sitio establecimientos médicos públicos y privados, un buen sistema de comunicaciones y transportes y servicios públicos completos. Además, la población de éste municipio presenta un bajo índice de analfabetismo y una educación que nos permite dar una capacitación técnica para la operación de la planta; y buenas perspectivas para su desarrollo económico.

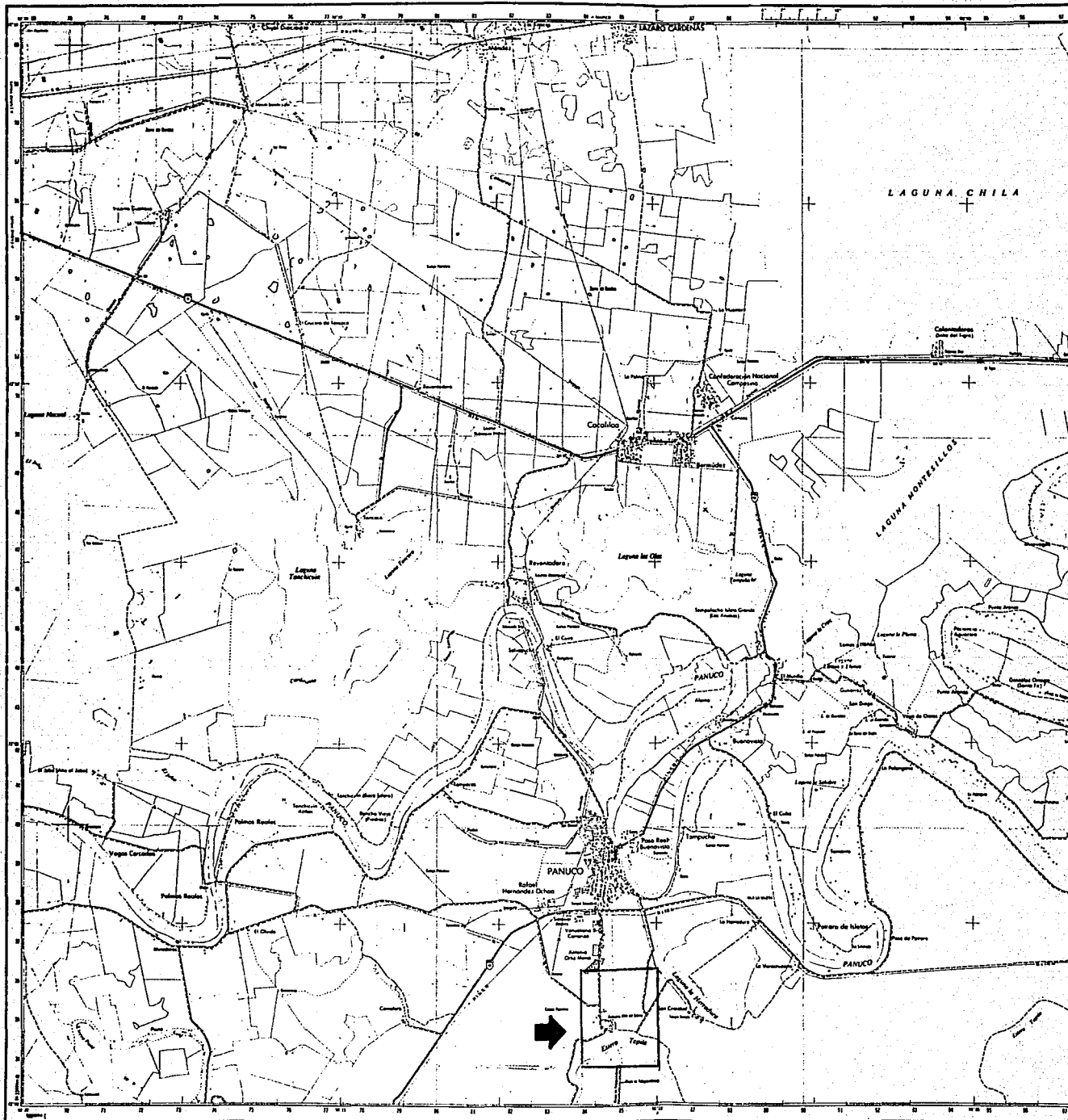


#### I.2.4 Comentarios

Por lo anteriormente expuesto, se hace notar que el factor predominante para la selección del sitio final es la cercanía con los suministros de la materia prima. Además, considerando que el alcohol etílico tiene un punto de inflamabilidad menor a 37°C, es necesario elegir un lugar tal que su temperatura oscile entre los 20°C y 25°C, ya que el etanol presenta un alto riesgo de incendio y las mieles tienden a cristalizar a bajas temperaturas. Por tal motivo sugerimos que la planta se ubique en Pánuco, Veracruz; ya que en este sitio contamos con la totalidad de las mieles del ingenio de Zapoapita, y cercanía con todos los ingenios mencionados, y por tales causas, se descarta el municipio de Xicotécatl. Por otra parte, debido a las temperaturas extremas se descarta el municipio de Ciudad Valles.

Se tomó en cuenta para ésta localización una disposición continua de agua para el suministro de la planta, una disposición de regiones amplias para el cultivo de caña de azúcar; se dispone en el sitio establecimientos médicos públicos y privados, un buen sistema de comunicaciones y transportes y servicios públicos completos. Además, la población de éste municipio presenta un bajo índice de analfabetismo y una educación que nos permite dar una capacitación técnica para la operación de la planta; y buenas perspectivas para su desarrollo económico.

PANUCO





### I.3 TECNOLOGIAS DE PRODUCCION DE ETANOL POR FERMENTACION

Las industrias de procesos bioquímicos se encargan del aprovechamiento, bajo condiciones controladas, de materiales biológicos tales como microorganismos, tejido celular animal, productos microbianos y enzimas. Los procesos asociados con la producción de microorganismos y de algunos productos específicos son importantes comercialmente. Como todos los seres vivos, los microorganismos crecen, se reproducen y segregan algunos compuestos bioquímicos de importancia para el hombre. Estas son las características en que se ha basado la utilización de los microorganismos como productores de fermentación, la que de una manera esquemática se puede representar así:

		CONDICIONES AMBIENTALES ADECUADAS
MICOORGANISMOS	ELEMENTOS NUTRIENTES	
bacterias,	C, H, O, N, S, P,	pH, temperatura
levaduras,	+ metales,	+ viscosidad,
hongos,	vitaminas,	o x í g e n o
tejido celular,	etc.	disuelto, etc.
etc.		

Fermentación\* Microorganismos + CO<sub>2</sub> (g) + Productos (intra y extracelulares)

\* Cuando se provee de oxígeno molecular al sistema, la fermentación se denomina aeróbica y hay desprendimiento de CO<sub>2</sub>; cuando el oxígeno molecular está ausente, se denomina anaeróbica.

Es decir, que para una fermentación se realice son necesario los siguientes requisitos: tener un microorganismo de características idóneas para el proceso y/o producto particular, proveer un medio de cultivo adecuado (que contenga todos los nutrientes esenciales en las proporciones y cantidades óptimas de producción) y, finalmente, establecer y controlar las condiciones fisicoquímicas necesarias para el desarrollo de la fermentación. Como resultado se obtendrá una cantidad de microorganismos mayor que la inicial y diversos productos (antibióticos, esteroides, enzimas, ácidos orgánicos, etc.). Todas estas variables son las que interaccionan y deben optimizarse para lograr un proceso adecuado. En el caso de la proteína microbiana, por ejemplo, lo que se pretende es obtener la cantidad máxima de células y minimizar la producción de CO<sub>2</sub> o de cualquier otro producto extracelular; en la producción de antibióticos, por el contrario, se trata de obtener el máximo de productos específicos extracelulares.

No debe olvidarse, sin embargo, que un proceso de fermentación comprende, en un sentido más amplio, no sólo las reacciones bioquímicas efectuadas por microorganismos y/o enzimas sino que además considera las características físicas y de operación del recipiente en donde se lleva a cabo (el fermentador) y las operaciones que se efectúan antes y después de la fermentación.

La siguiente tabla indica los principales productos de la fermentación industrial; la agrupación presentada se basa en la estructura química de los productos y, fundamentalmente, en el uso práctico. (39)

ACIDOS ORGANICOS	AMINOACIDOS	ALCOHOLES Y SOLVENTES
A. acético	Glutamato de sodio	Acetona
A. cítrico	L-lisina	Butanol
A. fumárico	L-triptofano	2, 3 Butanodiol
A. glucónico	L-valina	Etanol
A. láctico		Glicerol

ANTIBIOTICOS	ESTEROIDES	PROTEINA UNICELULAR
Bacitracina	Cortisona	Alga
Estreptomycinina	Hidrocortisona	Bacteria
Neomicina	Prednisolona	Levadura
Penicilina	Testosterona	Hongos
Tetraciclina	Triamcinolona	

VITAMINAS	OTROS
A. ascórbico	Alcaloides
Cianocobalamina	Enzimas
Beta-caroteno	Insecticidas biológicos
Riboflavina	Metano

Como se puede apreciar, los productos de la fermentación se relacionan directamente con las áreas siguientes:

- a. Alimentaria (proteína, saborizantes, aminoácidos, etc.)
- b. Farmacéutica (antibióticos, vitaminas, esteroides, etc.)
- c. Química (solventes, ácidos orgánicos, enzimas, etc.)
- d. Contaminación ambiental (tratamiento de aguas y de residuos sólidos, recuperación de minerales, etc.)

- e. Otras en que interaccionan indirectamente: agricultura y ganadería; promotores del crecimiento e insecticidas biológicos; energía; producción de metano; medicina; uso de enzimas inmovilizadas para diagnóstico médico, etc.

### I.3.1 Generalidades <sup>(2), (11), (31), (39), (40)</sup>

Tradicionalmente, las fermentaciones para producir etanol han sido operadas por lotes, aunque la fermentación continua produce ahorros substanciales por la eliminación de tiempo de fermentación. Las dos principales razones por la que la fermentación continua no a sido extensivamente empleada es por las posibles mutaciones de las levaduras y el problema de mantener una alta rapidez de fermentación durante la fermentación continua. El problema de la mutación es particularmente serio para la industria de las bebidas el cambio mas ligero en los productos de fermentación puede impartir sabores desagradables en las bebidas fermentadas. Esto no es un problema para la producción de etanol industrial. De hecho, la fermentación continua a sido mantenida en el laboratorio durante 60 días sin ningún signo de mutación nociva. Durante estos experimentos prolongados se obtuvo un rendimiento por arriba del 90% con respecto al rendimiento teórico, a pesar que el producto tubo un sabor desagradable.

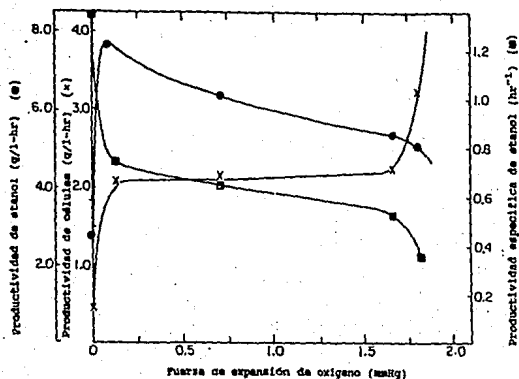
La baja rapidez de fermentación algunas veces obtenida en la fermentación continua ha sido demostrada ser causada por una falta de oxígeno.

A pesar que la fermentación es un proceso anaeróbico, pequeñas cantidades de oxígeno son requeridas para la biosíntesis. El requerimiento de oxígeno, sin embargo, puede ser eliminada por la adición de un lípido insaturado, ergosterol, al caldo de fermentación, pero el costo del ergosterol es prohibitivo para procesos de escala industrial. El uso de la *Saccharomyces Cerevisiae* muestra que una fuerza de expansión del oxígeno de 0.07 mmHg es óptima para la producción de etanol. Como se muestra en la figura I, abajo de una fuerza de expansión de oxígeno de 0.07 mmHg las levaduras se encuentran hambrientas de oxígeno y la productividad de etanol en el reactor (g EtOH producidos/litro de reactor/hr) disminuye; mientras que, a altas fuerzas de expansión de oxígeno el metabolismo de las levaduras comienza a cambiar de anaeróbica a aeróbica y menos etanol es producido con un incremento correspondiente en la producción de las células. Como resultado, si la fuerza de expansión del oxígeno es mantenida a 0.07 mmHg por un burbujeo constante de una pequeña cantidad de aire a través del fermentador, una alta rapidez de fermentación es obtenida con un cultivo constante.

Sin embargo, si el aire no es continuamente burbujeado a través del fermentador, la fuerza de expansión del oxígeno cae hasta cero. Bajo estas condiciones la fermentación completa de una alimentación con 8.9% de glucosa no es posible con una operación continua.



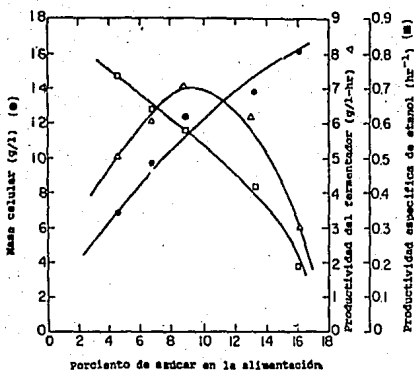
FIGURA I (31)



Las productividades del etanol en el fermentador en ambos cultivos, por lotes y continuo, están limitadas por dos factores: la inhibición del etanol y una baja concentración de células. Esto está ilustrado en la figura II para el cultivo continuo. Así como la concentración de azúcar en la alimentación es incrementada, la productividad específica del etanol. (g EtOH producidos/g de células/hr) decrece debido a que más etanol es producido a altas concentraciones de azúcar y la inhibición del etanol aumenta. A bajas concentraciones de azúcar, la inhibición del etanol es disminuida, pero la concentración de células disminuye. Estos dos efectos encontrados producen una productividad óptima en el fermentador, para una alimentación con 10% de azúcar.

Para alimentaciones con menor azúcar, la productividad en el fermentador está limitada por una baja densidad de células; mientras que para alimentaciones con más azúcar, la productividad está limitada por la inhibición del etanol.

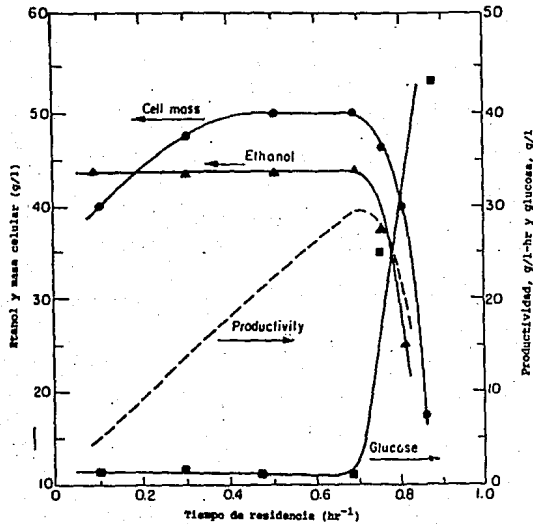
FIGURA II <sup>(31)</sup>



Para vencer la limitación de la baja densidad de células un sistema de recirculación de células puede ser empleado. Una porción de las células son separadas de la cerveza fermentada y recirculadas al fermentador. Esto incrementa la densidad de las células en el fermentador y produce una mayor productividad de etanol. Los resultados de una fermentación con recirculación de células están mostrados en la figura III. La densidad de las células es incrementada cuatro veces sobre la operación continua simple resultando en un incremento de cuatro veces la productividad de etanol.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

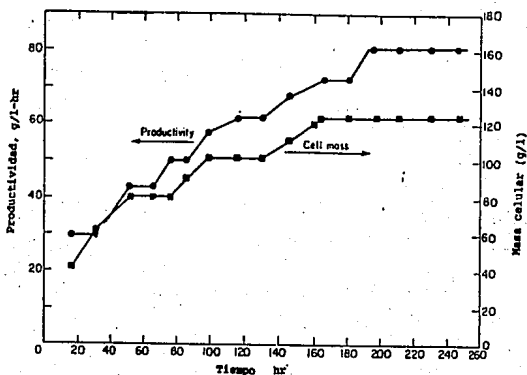
FIGURA III (32)



En orden para eliminar la inhibición del etanol, el etanol debe ser removido del caldo de fermentación así como es formado. Esto es fácilmente hecho por la ventaja de la alta volatilidad del etanol y la evaporación del etanol fuera del caldo de fermentación. Pero la fermentación debe ser llevada a cabo bajo un vacío suficiente para obtener la ebullición a una temperatura compatible con las levaduras. Entonces es posible combinar las operaciones de vacío y recirculación de células y eliminar ambas limitaciones de la fermentación continua convencional. Los resultados de una fermentación al vacío con recirculación de células están mostrados en la figura IV. Aquí una alimentación con 33.4% de glucosa fue fermentada hasta menos de 0.3% de glucosa residual. Esto no es posible con la operación atmosférica debido a la inhibición del etanol.

Una densidad de células final de 124 g en peso seco/litro, fue obtenido en el sistema a vacío con recirculación de células obteniendo una productividad de etanol de 82 g/litro/hr o casi doce veces la obtenida con la operación continua simple.

FIGURA IV (32)



La posibilidad de que las levaduras no sean afectadas por la operación a vacío es tan grande como la cantidad suficiente de oxígeno presente. Pero para suministrar la cantidad requerida de oxígeno, aire puro debe ser disperso en el fermentador. La única diferencia distintiva notada de las fermentaciones a vacío es un factor de rendimiento celular menor al 50% comparado con las fermentaciones a presión atmosférica. El menor factor de rendimiento puede ser un resultado de que las levaduras en el vacío requieren una mayor energía de mantenimiento, es decir, las levaduras requieren consumir más azúcar.

Un resumen de los valores óptimos de los parámetros y productividades máximas de etanol para cada uno de los procesos mencionadas están mostrados en la tabla I.

TABLA I <sup>(31)</sup>

Resultados de laboratorio \*

PROCESO	FUERZA DE EXPANSION DE OXIGENO (mmHg)	CONCENTRACION DE AZUCAR OPTIMA (%)
Por lotes	b	-----
Continuo	0.07	10.0
Continuo con recirculación de células	0.07	10.0

PROCESO	FUERZA DE EXPANSION DE OXIGENO (mmHg)	CONCENTRACION DE AZUCAR OPTIMA (%)
Vacío con recirculación de células	e	-----

PROCESO	CONCENTRACION DE CELULAS A CONDICIONES OPTIMAS (g seco/litro)	PRODUCTIVIDAD MAXIMA DE EtOH (g/litro/hr)
Por lotes	5.6 <sup>c</sup>	2.2 <sup>d</sup>
Continuo	12.0	7.0
Continuo con recirculación de células	50.0	29.0
Vacío con recirculación de células	124.0	82.0

Notas:

- a. pH óptimo = 4.0 y temperatura óptima = 35°C
- b. El procedimiento óptimo es, llevar a cabo el crecimiento celular aeróbicamente y posteriormente una fermentación anaeróbica.
- c. Al final de la fermentación.
- d. Aproximadamente 16 horas de fermentación
- e. El procedimiento óptimo fue burbujear aire puro en el fermentador a una rapidez de 0.10 v/v/m a STP.

### I.3.2 Bases generales de diseño <sup>(2), (32), (39), (49)</sup>

Los procesos que se exponen a continuación, basados en los modos de operación mencionados anteriormente, tienen una capacidad de producción de 187,970 litros de etanol al 95% por día usando melazas de caña de azúcar como el substrato de fermentación. Se suponen que las melazas son entregadas a las plantas como una solución al 50% de azúcar con 97% de azúcar fermentable.

El etanol producido en cada proceso de fermentación es concentrado hasta un 95% en peso en un solo paso de destilación. Puesto que solo una destilación es llevada a cabo, el producto destilado contendrá aproximadamente 0.05% de una mezcla de alcoholes. La mezcla de alcoholes no tiene efecto sobre el valor del producto si el etanol es utilizado como un combustible líquido. También, el sabor desagradable impartido por la mezcla de alcoholes puede eliminarse por la adición de desnaturalizantes.

### I.3.3 Economía <sup>(13), (27)</sup>

El costo total del capital fijo es estimado como un múltiplo del costo del equipo. Los costos de operación son divididos en cargas fijas y costos directos de producción. Un resumen de las cargas fijas esta mostrado en la tabla II. Aquí una depreciación lineal a 10 años es supuesta y los impuestos están incluidos. La cantidad total de las cargas fijas anual es el 19% de la inversión de capital fijo.

Una razón de 26.1 N\$/hr hombre y una base de 8,500 hr anuales son supuestas para realizar los cálculos. Los conscientes base de los servicios están mostrados en la tabla III. Los requerimientos de potencia eléctrica son calculados suponiendo una eficiencia del 80% en la conversión de energía mecánica a eléctrica. También, una eficiente del 80% fue tomada para las bombas y la compresión adiabática de gases.

TABLA II <sup>(23), (27), (31)</sup>.

Costos fijos de operación

	Por ciento anual de la inversión fija (%)
Depreciación	10.0
Impuestos	4.0
Seguros	1.0
Mantenimiento y reparación	3.0
Suministros para la operación	<u>1.0</u>
TOTAL	19.0



TABLA III <sup>(13), (27), (31)</sup>

Cocientes base de los servicios

Servicio	Cociente
Agua de enfriamiento	0.16 N\$/litro
Energía eléctrica <sup>a</sup>	0.19 N\$/kWh
Vapor <sup>b</sup>	
de baja presión, 3.1 Kg/cm <sup>2</sup>	17.1 N\$/Ton
de alta presión, 42.1 Kg/cm <sup>2</sup>	21.0 N\$/Ton

a. Comprado a la C.F.E.

b. Generado a partir de aceite combustible bajo en azufre

I.3.4 Descripción de procesos

I.3.4.1 FERMENTACION CONTINUA <sup>(11), (24), (31), (39), (40)</sup>

Las bases de diseño del proceso de fermentación continua están mostradas en la tabla IV. En el dibujo se muestra un diagrama esquemático de flujo del proceso de fermentación continua de capacidad 187,970 litros de etanol al 95%/día. La lista del equipo principal está listada en la tabla V.

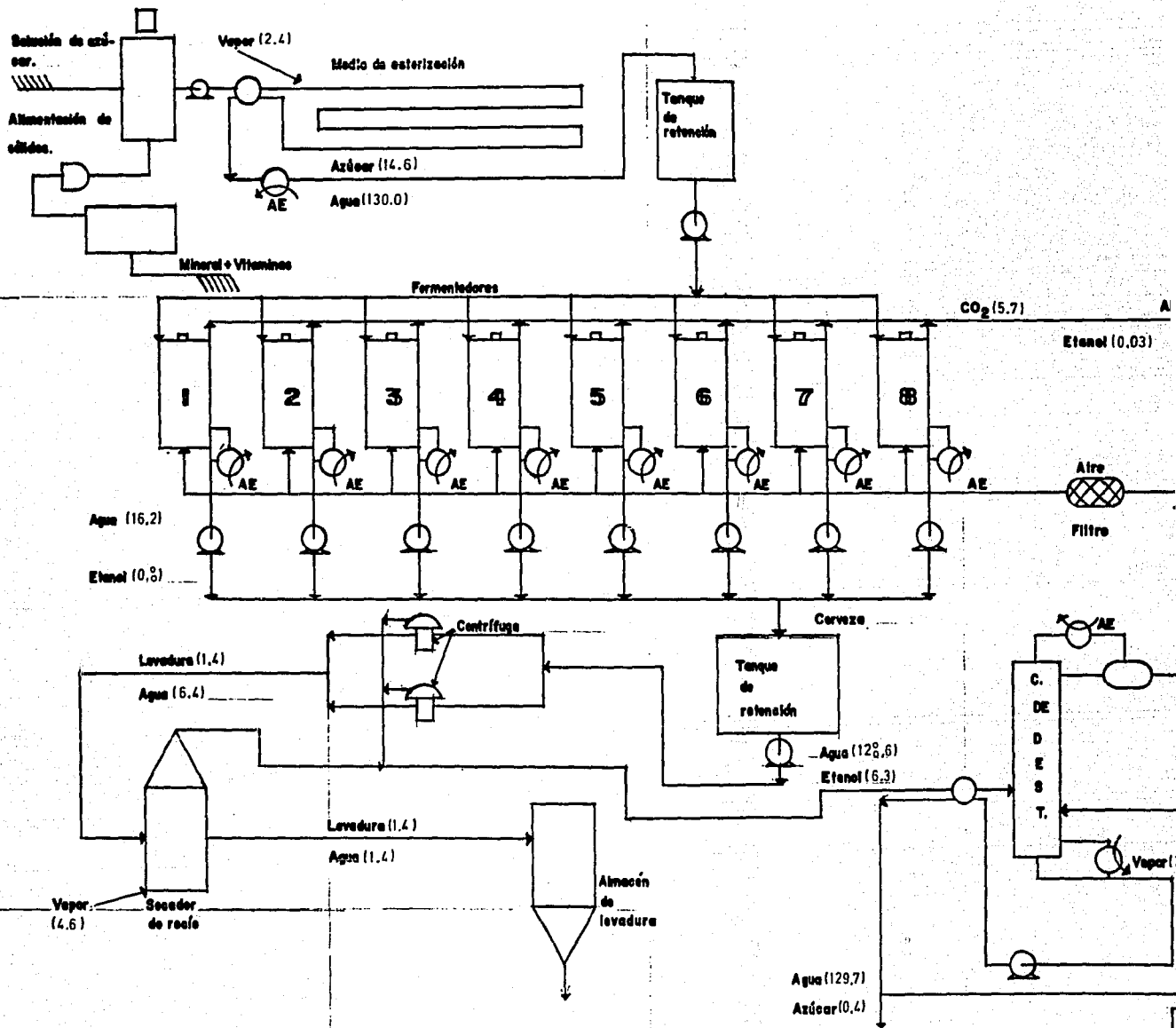
Las melazas son diluidas primero hasta una solución al 10% de azúcar y suplementos minerales son agregados. Se esteriliza ésta mezcla por medio de la inyección de vapor, la solución de melazas es distribuida en ocho fermentadores continuos de 1.20 x 10<sup>5</sup> litros (el volumen de trabajo de cada fermentador es tomado como el 80% del volumen total del fermentador), cada uno operando con un tiempo de residencia de 0.11 hr<sup>-1</sup>.

Un flujo de aire pequeño ( $1.6 \times 10^{-2}$  v/v/m) es disperso a través de cada fermentador para mantener la fuerza de expansión del oxígeno en un nivel óptimo de 0.07 mmHg. La cerveza fermentada pasa entonces a través de cuatro centrifugas continuas y las levaduras son removidas. Las levaduras son subsecuentemente secadas y almacenadas para venderlas como un suplemento alimenticio. La cerveza clarificada proveniente de las centrifugas es llevada a la destilación para concentrar el etanol hasta el 95% en peso. La columna de destilación consiste de una torre de 2.17 metros de diámetro teniendo 28 platos, y una razón de reflujo (moles de reflujo/moles de producto) de 7.33 es usada para producir el etanol al 95%. Como resultado, el requerimiento de vapor para la destilación es una cantidad grande de hasta 3.1 kg de vapor/litro de etanol producido. El absorbedor, usando los fondos del destilado como el líquido absorbente, es empleado para recuperar el etanol contenido en los gases de salida del fermentador. La corriente rica en etanol proveniente del absorbedor es también alimentada a la columna de destilación para recuperar el etanol final.

TABLA IV <sup>(31)</sup>

Bases de diseño para la fermentación continua

ESPECIFICACIONES	VALORES
Concentración de azúcar	10%
Tiempo de residencia	0.11 hr <sup>-1</sup>
Temperatura	35°C
Rendimiento celular $Y_{x/s}$	0.10
Rendimiento de EtOH $Y_{p/s}$	0.45
Concentración celular en el fermentador	10.00 g seco/litro

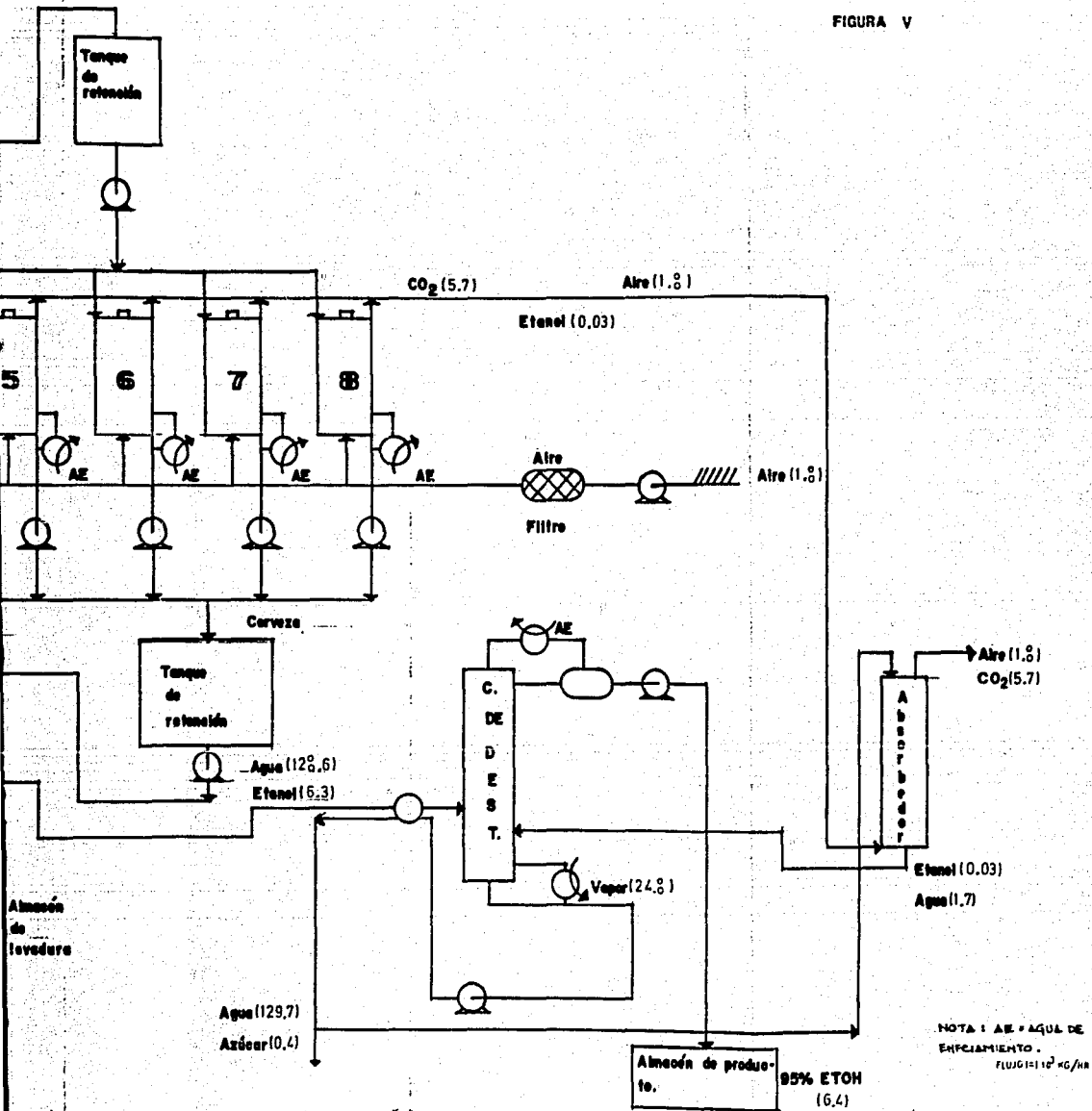


DIBUJO DE REFERENCIA	REVISION	DIBUJO	VERIFICACION	INGENIEROS ESPECIALIZADOS	INGENIEROS DEPARTAMENTO	INGENIEROS DIVISION	COORDINADOR	FECHA	CLIENTE

ESTE TRABAJO INCLUYENDO EL MATERIAL PATENTADO, CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL DE FACULTAD DE QUIMICA Y SU USO ESTA CONDICIONADO A QUE EL USUARIO ACEPTA NO COPIARLO TOTAL O PARCIALMENTE Y NO EMPLEAR ESTE NI EL MATERIAL DESCRITO EN EL PARA OTRA PROPOSITO QUE EL PERMITIDO.

PROYECTO: PLANTA PRODUCTORA DE ETANOL.  
LUGAR : ZAPOAPITA, PANUCO VER.

FIGURA V



NOTA: AE = AGUA DE ENFRÍAMIENTO.  
 $\text{FLUJO} = 10^3 \text{ KG/HR}$

ESTE TRABAJO INCLUYENDO EL MATERIAL PATENTADO, CONTIENE INFORMACIÓN CONFIDENCIAL DE FACULTAD DE QUÍMICA Y SU USO ESTÁ CONDICIONADO A QUE EL USUARIO ACEPTÉ NO COPIARLO TOTAL O PARCIALMENTE, Y NO EMPLEAR ESTE NI EL MATERIAL DESCRITO EN EL PARA O, OTRO PROPÓSITO QUE EL PERMITIDO.		EDICIÓN :	FACULTAD DE QUÍMICA FERMENTACIÓN CONTINUA.
		FECHA :	
PROYECTO: PLANTA PRODUCTORA DE ETANOL.	CLIENTE	INICIO :	REVISIÓN:                      DIBUJO N° II
LUGAR : ZAPOPOTLA, PANUCO VER.		APROBADO:	
		FIERNA :	

TABLA V (13), (27), (31), (36)

Lista de equipo

EQUIPO	CARACTERISTICAS	No. DE EQUIPOS	COSTO/UNIDAD (N\$) <sup>a</sup>
<b>Fermentación</b>			
Fermentador	1.20 x 10 <sup>5</sup> litros, A.I.	8	422,300
Agitador	9 HP, A.I.	8	30,300
Compresor de aire	60 HP, Tipo centrífuga, 2 kg/cm <sup>2</sup>	1	177,300
Filtro de aire	0.3 x 0.2 m, Fibra de vidrio	8	1,000
Medio de esterilización	5.5 x 1.0 m, Tubo de A.I.	1	54,600
Precalentador del esterilizador	590 m <sup>2</sup> , A.I.	1	525,000
Enfriador del esterilizador	240 m <sup>2</sup> , A.I.	1	298,600
Enfriador del fermentador	25 m <sup>2</sup> , A.I.	8	67,700

EQUIPO	CARACTERISTICAS	No. DE EQUIPOS	COSTO/UNIDAD (N\$)*
Alimentador de solidos	Tipo tornillo, 2.5 Tons./día	4	7,500
Tanque de mezclado con agitador	6.5 x 10 <sup>4</sup> litros, A.I.	1	211,400
Tanque de almacenamiento de melazas	1.5 x 10 <sup>6</sup> litros, A.I.	1	1,260,000
Tanque de balance de cerveza	2.6 x 10 <sup>5</sup> litros, A.C.	1	124,600
Centrífugas	Tazón de disco con toberas, 25 HP	4	289,300
Secador de rocío	3.5 m diam., A.I.	2	145,100
Tanque de almacenamiento de producto	3.7 x 10 <sup>5</sup> litros, A.C.	1	100,800

EQUIPO	CARACTERISTICAS	No. DE EQUIPOS	COSTO/UNIDAD (N\$) <sup>a</sup>
Tanque de almacenamiento de levaduras	6.3 x 10 <sup>3</sup> litros, A.I.	1	36,900
Bombas y accionadores		10	22,400
<u>Recuperación</u>			
Columna de destilación	3.4 m diam., 28 platos, A.C.	1	355,600
Condensador	280 m <sup>2</sup> , A.C.	1	326,200
Rehervidor	240 m <sup>2</sup> , A.C.	1	223,000
Pre calentador	390 m <sup>2</sup> , A.C.	1	301,000
Tanque de reflujo	720 litros, A.C.	1	17,700
Absorbedor	2.2 m diam., 5.0 m altura, anillo rasching 1 in	1	120,000
Bombas y accionadores		5	<u>10,700</u>
		<b>TOTAL</b>	<b>10,058,000</b>

a. N\$ de 1993

A.I. es acero inoxidable

A.C. es acero al carbón



#### I.3.4.2 FERMENTACION CONTINUA CON RECIRCULACION DE CELULAS <sup>(21), (24),</sup>

<sup>(31), (39),</sup>

<sup>(40)</sup>

El proceso de recirculación de células es idéntico al proceso continuo descrito anteriormente, excepto que una porción de células concentradas en las centrifugas son recirculadas al fermentador. Este incremento de concentración de masa celular en el fermentador permite una producción volumétrica alta de etanol. Como resultado, el volumen total fermentado es reducido en el proceso con recirculación de células, requiriendo sólo tres fermentadores de  $7.76 \times 10^4$  litros en volumen para producir 187,970 litros de etanol/día. La reducción en el volumen fermentado es compensada por un aumento de carga en las centrifugas. Siete centrifugas son necesarias en la recirculación de células al fermentador para mantener la concentración de levaduras en 31.8 g de peso seco/litro en los fermentadores. Todos los otros equipos son los mismos que los enlistados en la tabla V para la operación continua convencional. Un resumen de las bases de diseño del proceso con recirculación se enlista en la tabla VI.

TABLA VI <sup>(31)</sup>

Bases de diseño de la fermentación  
continua con recirculación de células

ESPECIFICACIONES	VALORES
Concentración de azúcar	10%
Tiempo de residencia	0.45 hr <sup>-1</sup>
Temperatura	35°C
Rendimiento celular $Y_{x/s}$	0.10
Rendimiento de ETOH $Y_{p/s}$	0.45
Concentración celular en el fermentador	50.00 g seco/litro

#### I.3.4.3 FERMENTACION POR LOTES <sup>(31), (24), (31), (39), (40)</sup>

El proceso de fermentación por lotes asemeja el proceso continuo que se muestra en el dibujo anterior, sin embargo, los fermentadores son operados de manera intermitente en lugar de continuamente. Un tiempo de fermentación de 16 horas es supuesto con una adición de 6 horas requeridas para llenar, drenar y esterilizar el fermentador. El resultado total es que 17 fermentadores de  $1.17 \times 10^5$  litros son requeridos para la producción por lotes de 187,970 litros de etanol al 95%/día. En adición, se requieren dos tanques de cultivo de  $3.12 \times 10^4$  litros para producir la levadura necesaria para los fermentadores. Todos los equipos de proceso restantes son idénticos a los listados en la tabla V para la operación continua. Las bases de diseño por fermentación por lotes están mostradas en la tabla VII.

Como se indica en la tabla VII, una alimentación con 10% de azúcar ha sido especificada para la fermentación por lotes. Ningún intento fue hecho para optimizar la operación por lotes con respecto a la concentración de azúcar; la economía del proceso continuo es más lucrativa que el proceso por lotes.

TABLA VII <sup>(31)</sup>

Bases de diseño de la fermentación por lotes

ESPECIFICACIONES	VALORES
Concentración de azúcar	10%
Tiempo de fermentación	16 hr
Tiempo mínimo por ciclo	6 hr
Temperatura	35°C
Rendimiento celular $Y_{x/s}$	0.056
Rendimiento de ETOH $Y_{p/s}$	0.477

I.3.4.4 FERMENTACION AL VACIO CON RECIRCULACION DE CELULAS <sup>(11), (24),</sup>

<sup>(31), (39),</sup>

<sup>(40)</sup>

La siguiente figura muestra un diagrama de flujo esquemático de un proceso de fermentación al vacío. Las bases de diseño del proceso al vacío están listadas en la tabla VIII. La lista del equipo principal se muestra en la tabla IX.

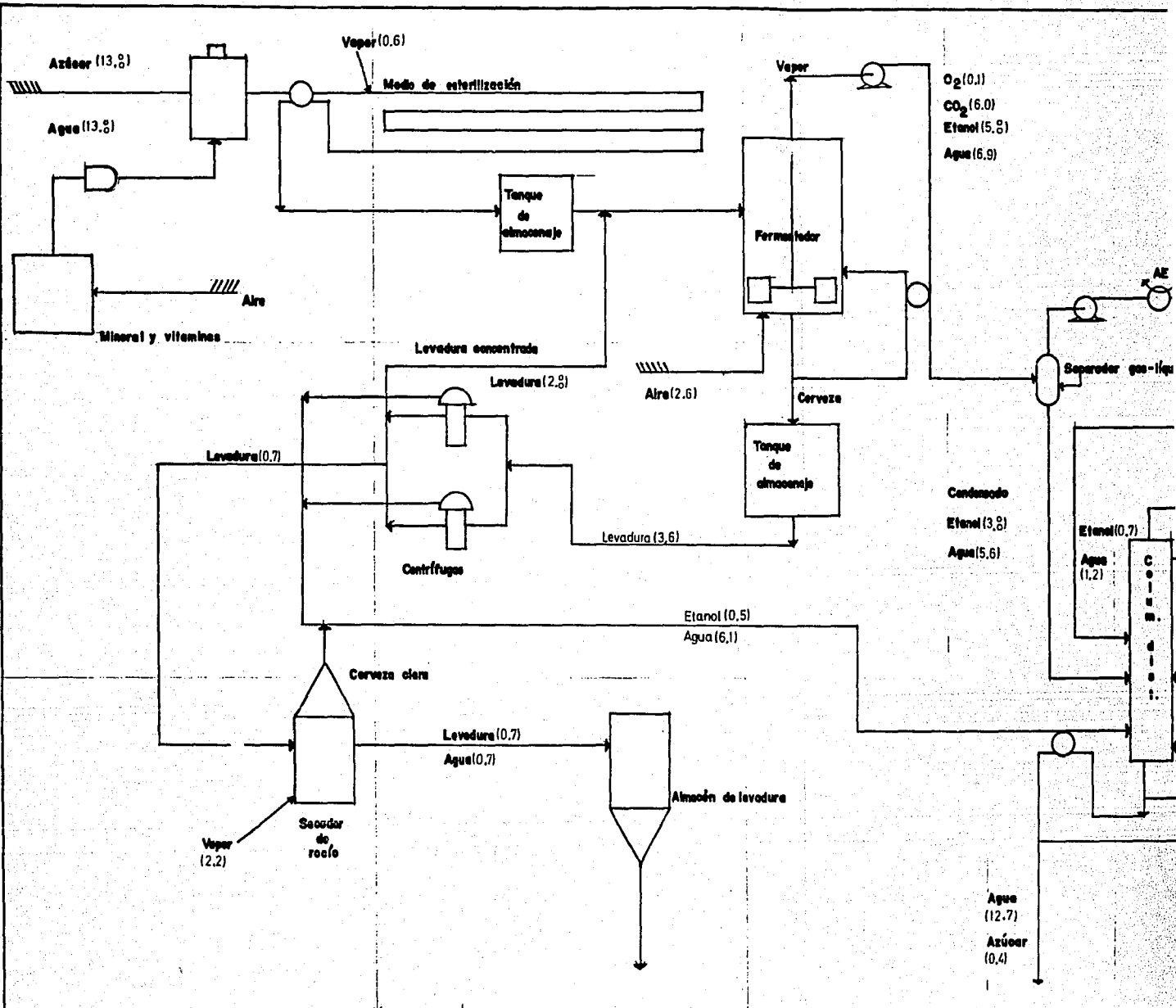
Las melazas concentradas son primero mezcladas con suplementos minerales. El medio es esterilizado por la inyección de vapor y alimentada a un fermentador al vacío de  $1.20 \times 10^5$  litros, operando una presión total de 55 mmHg y 35°C.

Aire es dispersado a través del fermentador a una rapidez de 0.06 v/v/m a condiciones estándar para satisfacer el requerimiento de oxígeno de la levaduras. Así como la fermentación procede, el etanol y el agua son evaporados del caldo de fermentación. El vapor proveniente del fermentador es comprimido hasta 340 mmHg y condensado en el rehervidor del fermentador para suministrar la energía requerida para la evaporación del etanol y agua en el fermentador. Después del ciclo de recompresión del vapor, los gases incondensables (dióxido de carbono y oxígeno) son comprimidos hasta 760 mmHg y enfriados a 35°C para condensar el etanol y agua adicionales. Los gases de fermentación son alimentados finalmente a un absorbedor donde las últimas trazas de etanol son removidas. Una porción de las levaduras concentradas es recirculada al fermentador. El resto de levaduras son secadas por asperción y empacadas para vender. La cerveza clarificada proveniente de las centrifugas y los productos de condensación son alimentados a una columna de destilación donde el etanol es concentrado al 95%. Una porción de los productos del fondo es enfriada y alimentada al absorbedor. Los compresores empleados en la fermentación a vacío son accionadas por turbinas de vapor de alta presión. El vapor exhausto proveniente de las turbinas es usado en el rehervidor de la columna de destilación y suministra el 63% del requerimiento de vapor para la destilación.

TABLA VIII (32)

Bases de diseño de fermentación  
al vacío con recirculación

ESPECIFICACIONES	VALORES
Concentración de azúcar	50%
Tiempo de residencia	0.11 hr <sup>-1</sup>
Temperatura	35°C
Presión	55 mmHg
Rendimiento celular $Y_{x/s}$	0.058
Rendimiento de EtOH $Y_{p/s}$	0.475

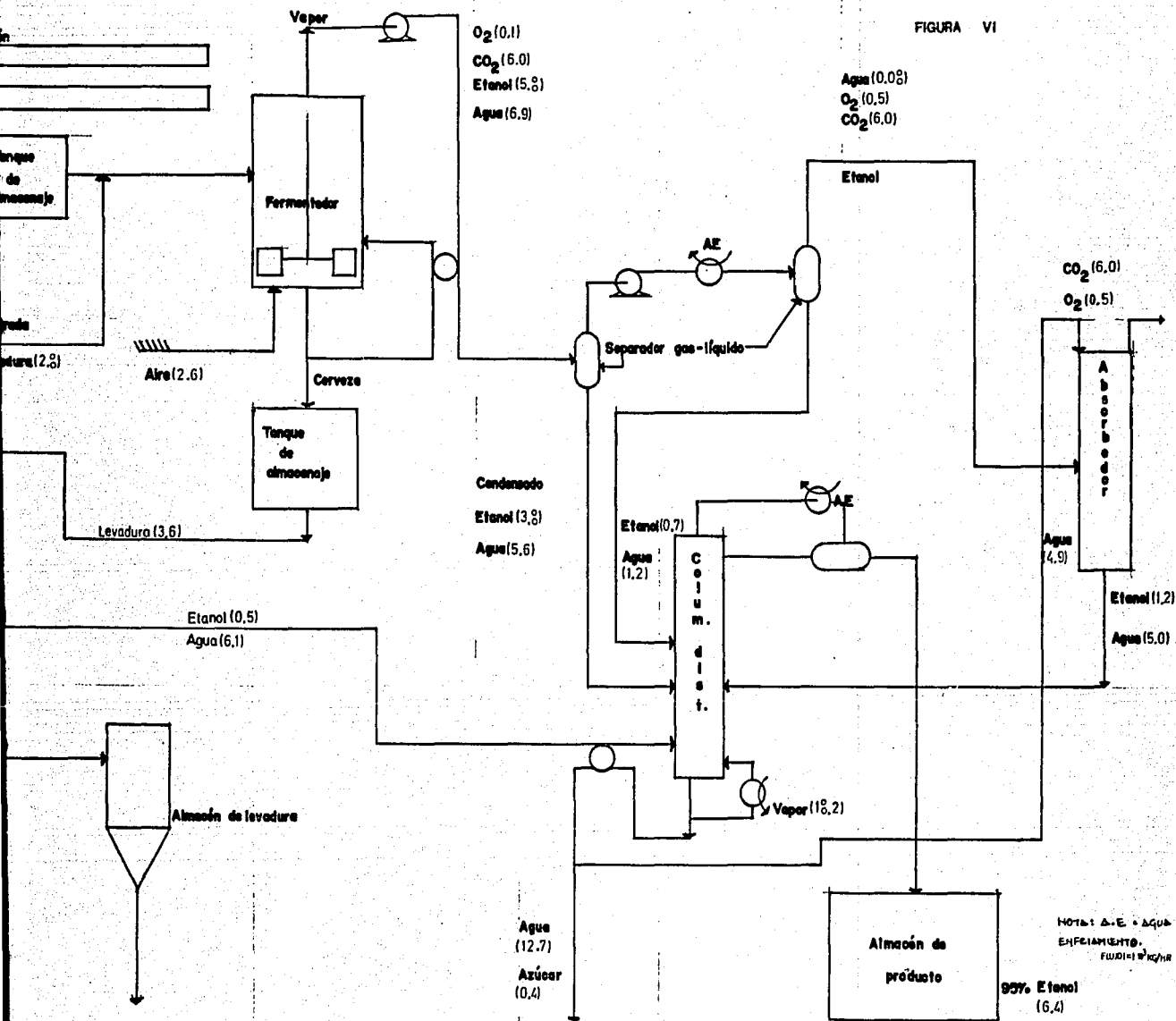


DIBUJO DE REFERENCIA	REVISIÓN	DIBUJO	VERIFICACIÓN	INGENIEROS ESPECIALIZADOS	INGENIEROS DEPARTAMENTO	INGENIEROS DIVISION	COORDINADOR	FECHA	CLIENTE

ESTE TRABAJO INCLUYENDO EL MATERIAL PATENTADO, CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL DE FACULTAD DE QUIMICA Y SU USO ESTA CONDICIONADO A QUE EL USUARIO ACEPTA NO COPIARLO TOTAL O PARCIALMENTE Y NO EMPLEAR ESTE NI EL MATERIAL DESCRITO EN EL PARA OTRO PROPOSITO QUE EL PERMITIDO.

PROYECTO: FERMENTACION AL VACIO CON RECIRCULACION DE CELULAS. LUJAN, TARIAPITA, PANCO VEE.

FIGURA VI



NOTA: A.E. = AGUA DE ENFRIAMIENTO.  
FLUJO: 1000 L/H

ESTE TRABAJO INCLUYENDO EL MATERIAL PATENTADO, CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL DE FACULTAD DE QUIMICA Y SU USO ESTA CONDICIONADO A QUE EL USUARIO ACEPTA NO COPIARLO TOTAL O PARCIALMENTE Y NO EMPLEAR ESTE NI EL MATERIAL DESCRITO EN EL PARA OTRO PROPOSITO, QUE EL PERMITIDO.

PROYECTO: FERMENTACION AL VACIO CON RECIRCULACION DE CELULAS. LUGAR: ZAROLPITA, PANUJO VER.

EDICION:  
FECHA:  
INICIO:  
APROBADO:  
FIRMA:

FACULTAD DE QUIMICA  
FERMENTACION AL VACIO CON  
RECIRCULACION DE CELULAS

REVISION: DIBUJO N° III

COORDINADOR	FECHA	CLIENTE

TABLA IX <sup>(13), (27), (31), (36)</sup>

Lista de equipo

EQUIPO	CARACTERISTICAS	No. DE EQUIPOS	COSTO/UNIDAD (N\$)*
<u>Fermentación</u>			
Fermentador	1.20 x 10 <sup>5</sup> litros, A.I.	1	445,700
Agitador	70 HP, A.I.	1	76,500
Compresor de vapores	2000 HP, Tipo centrífuga	1	2,444,400
Compresor de CO <sub>2</sub>	320 HP, Tipo centrífuga	1	569,300
Filtro de aire	0.3 x 0.2 m, Fibra de vidrio	1	1,700
Rehervidor del fermentador	410 m <sup>2</sup> , A.I.	1	310,300
Medio de esterilización	5.5 x 0.4 m, Tubo de A.I.	1	25,700
Precalentador del esterilizador	260 m <sup>2</sup> , A.I.	1	235,700



EQUIPO	CARACTERISTICAS	No. DE EQUIPOS	COSTO/UNIDAD (N\$)*
Enfriador del esterilizador	110 m <sup>2</sup> , A.I.	1	134,900
Alimentador de solidos	Tipo tornillo, 2.5 Tons./día	4	7,500
Tanque de mezclado con agitador	1.8 x 10 <sup>5</sup> litros, A.I.	1	126,900
Tanque de almacenamiento de melazas	4.5 x 10 <sup>5</sup> litros, A.I.	1	564,700
Tanque de balance de cerveza	7.5 x 10 <sup>4</sup> litros, A.C.	1	55,500
Separadores gas-liquido	9.5 x 10 <sup>2</sup> litros, A.C.	2	16,800
Segundo condensador de vapores	9.3 m <sup>2</sup> , A.C.	1	120,400

EQUIPO	CARACTERISTICAS	No. DE EQUIPOS	COSTO/UNIDAD (N\$)*
Centrífugas	Tazón de disco con toberas, 25 HP	2	39,500
Secador de rocío	5.5 m diam., A.I.	2	145,100
Tanque de almacenamiento de producto	3.7 x 10 <sup>5</sup> litros, A.C.	1	100,800
Tanque de almacenamiento de levaduras	6.3 x 10 <sup>3</sup> litros, A.I.	1	36,900
<b><u>Recuperación</u></b>			
Columna de destilación	3.1 m diam., 32 platos, A.C.	1	346,700
Condensador	345 m <sup>2</sup> , A.C.	1	278,600
Rehervidor	180 m <sup>2</sup> , A.C.	1	183,900
Precalentadores	20 m <sup>2</sup> , A.C.	2	42,500
Tanque de reflujo	720. litros, A.C.	1	17,700

EQUIPO	CARACTERISTICAS	No. DE EQUIPOS	COSTO/UNIDAD (N\$)*
Absorbedor	2.9 m diam., 21.0 m altura, anillo rasching 1 in	1	274,900
Bombas y accionadores		5	<u>10,700</u>
		TOTAL	6,922,500

a. N\$ de 1993

A.I. es acero inoxidable

A.C. es acero al carbón

## I.4 EVALUACION DE PROCESOS

### I.4.1 Economía de procesos <sup>(13), (23), (27), (31)</sup>

La tabla X compara la inversión de capital fijo para los diferentes procesos de fermentación de capacidad de 187,970 litros de EtOH al 95%/día a partir de melazas. Como se muestra en la tabla X, un decrecimiento substancial en la inversión de capital es visto al ir del proceso por lotes al continuo. Un proceso de fermentación por lotes requiere 176 N\$ de capital/litros de EtOH producido cada día. Esta cantidad es mas del doble que la requerida para la fermentación continua, que es de 75 N\$/litro/día. El proceso a vacío requiere un capital total mas bajo de únicamente de 15.4 millones de Nuevos Pesos o 51 N\$/litro/día. De esta manera, el proceso continuo con recirculación de células requiere el desembolso más bajo de capital para el equipo de fermentación; esto es compensado por un gasto mayor de las centrífugas, usadas para recuperar levaduras para mantener una alta densidad de células en los fermentadores.

A pesar de que el sistema a vacío requiere solo un fermentador, un gasto mayor de capital se necesita para el equipo de fermentación en el sistema a vacío que en la fermentación con recirculación de células. Esto es debido a los compresores grandes y al rehervidor del fermentador necesitados en el proceso a vacío.

El costo incrementado del equipo de fermentación está, sin embargo, balanceado por una reducción en el tamaño del equipo auxiliar (medio esterilizador, tanques de almacenamiento y mezclado, centrifugas y columna de destilación) debido a que una solución de azúcar más concentrada es usada en el proceso a vacío.

TABLA X <sup>(13), (27), (32)</sup>

Inversión de capital fijo requerido

	Inversión de capital fijo (10 <sup>3</sup> N\$)			
	Lotes	Continuo	Continuo-re_ circulación de células	Vacío-re_ circulación de células
Fermentación	44.27	14.28	7.37	10.0
Recuperación de ETOH	2.75	2.75	2.75	2.44
Recuperación de levaduras	2.85	2.85	4.04	2.35
Almacenamiento	2.40	2.40	2.40	0.70
TOTAL	52.29	22.30	16.59	15.49

I.4.2 Costos de producción de etanol <sup>(13), (27), (32)</sup>

Los costos de producción de etanol excluyendo el costo de la azúcar y los nutrientes están mostrados en las tablas XI y XII. Como se esperaba, la reducción de inversión de capital está reflejada en los costos de producción. La mayor disminución en el costo de producción se logra más por el uso de la operación continua que por la de lotes.

Los costos de producción de etanol en el proceso por lotes son 21.6 Centavos/litro mientras que únicamente 13.6 Centavos/litros son requeridos para la fermentación continua. Una disminución mayor del costo de producción de hasta 12.6 y 10.0 Centavos/litro es obtenida en las fermentaciones continua con recirculación de células y a vacío, respectivamente. Como se muestra en la tabla XII, el bajo costo de la fermentación del proceso continuo con recirculación de células es parcialmente compensado por un costo incrementado para la recuperación de levaduras.

Casi 2.7 Centavos/litro pueden ser ahorrados con el sistema a vacío comparado con la fermentación continua convencional. La ventaja del proceso a vacío es doble. La solución de melazas al 50% no debe ser diluida y el costo de la destilación de etanol (reflejado en el costo del vapor) es reducido.

El costo reducido de la destilación en el proceso a vacío es debido a la concentración preliminar del etanol lograda en el ciclo de recompresión del vapor usado para mantener el vacío en el fermentador. La concentración del etanol es incrementada de una fracción mol de 0.03 en el caldo de fermentación hasta 0.21 en el vapor condensado. La concentración aumentada de etanol resultante en la alimentación a la columna de destilación permite el uso de una menor razón de reflujo para lograr la concentración final del etanol al 95%. Por la disminución de la razón de reflujo requerida (mol de reflujo/mol de producto) de 7.33 para fermentaciones atmosféricas hasta 5.66 para la fermentación a vacío, un ahorro global de vapor de 17% es obtenido. Esto incluye el vapor requerido para la operación del compresor en el sistema a vacío.

TABLA XI <sup>(13), (27), (31)</sup>

Costos de producción de etanol

	Costos de producción (Cent/litro)			
	Lotes	Continuo	Continuo-re_ circulación de células	Vacío-re_ circulación de células
<b>Costos relacionados con la inv.</b>	12.70	6.00	4.90	4.30
<b>Mano de obra</b>	3.90	1.10	0.60	0.50
<b>Supervisión</b>	0.20	0.10	0.10	0.10
	Lotes	Continuo	Continuo-re_ circulación de células	Vacío-re_ circulación de células
<b>Servicios:</b>				
Agua	0.70	0.70	0.70	0.50
Potencia	1.50	0.70	1.10	0.70
Vapor	12.50	11.70	11.70	8.40
Aire	-----	-----	-----	-----
Laboratorio	0.10	0.10	0.10	0.10
<b>Gastos generales</b>	<u>2.20</u>	<u>0.70</u>	<u>0.50</u>	<u>0.40</u>
<b>TOTAL</b>	<b>33.8</b>	<b>21.10</b>	<b>19.70</b>	<b>15.00</b>

TABLA XII (13), (27), (31)

Costos de producción de etanol

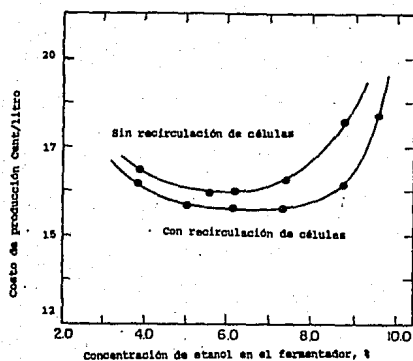
	Costos de producción (Cent/litro)			
	Lotes	Continuo	Continuo-re_ circulación de células	Vacío-re_ circulación de células
Fermentación	20.70	8.10	6.20	5.90
Recuperación de ETOH	10.00	10.00	10.00	8.30
Recuperación de levaduras	2.50	2.50	3.00	1.20
Almacenamiento	0.70	0.70	0.70	0.20
TOTAL	33.90	21.30	19.90	16.10

Como se discutió arriba, otra ventaja del esquema de fermentación al vacío es la eliminación de la inhibición del producto por la evaporación del etanol así como es producido. Sin embargo, por el cambio de la presión de fermentación, la concentración de equilibrio del etanol es alterada y la concentración del etanol en el caldo de fermentación puede ser ajustada a cualquier nivel deseado. La figura VII muestra el efecto de la concentración del etanol sobre los costos de producción para el sistema a vacío. Cuando la concentración de etanol del caldo es baja, la concentración de equilibrio del vapor es también baja. Una alta rapidez de ebullición es necesaria para remover el etanol producido durante la fermentación. Esto incrementa los costos de compresión de vapor en el ciclo de recompresión y los costos de producto aumentan.



A concentraciones altas de etanol los costos de compresión son reducidos, pero los costos de fermentación aumentan debido a que las levaduras se inhiben por el etanol. Como se muestra en la figura VII estos dos efectos compiten produciendo una curva costo-producción plana entre las concentraciones de 5 y 8% de etanol.

FIGURA VII (13), (27), (31)



El costo de producción de la fermentación a vacío sin recirculación esta también mostrado en la figura VII. Los costos de producción sin recirculación de células crecen mas grandemente con la concentración de etanol incrementada que cuando la recirculación de células es empleada. Cuando la concentración de etanol es alta la rapidez de evaporación necesaria para remover la cantidad requerida de etanol es baja y, una gran rapidez de agotamiento es necesaria en el fermentador. Pero, una cantidad substancial de células es removida con la corriente agotada y la concentración de levaduras disminuye en el fermentador.

Dado que la concentración de células disminuye, la rapidez de fermentación por unidad de volumen disminuye y los costos de fermentación aumentan. Esto, por supuesto, no es el caso cuando la recirculación de células es empleada, debido a que la concentración de biomasa en el fermentador es mantenida a un alto nivel al recircular una porción de las levaduras al mismo.

#### I.4.3 Costos totales de producción de etanol <sup>(13), (26), (27), (31),</sup>

(50)

El costo total de producción de etanol incluye el costo de melazas y cualquier otro medio suplementario que este sea requerido. Basándose en la estequiometría, cada Cent/g fermentable de azúcar se le suma 17.60 Centavos de costo de fabricación de 1 litro de ETOH al 95%. De este modo, es fácil observar, que si el costo de la azúcar esta sobre los 0.13 a 0.20 Cent/g, el costo de la azúcar dominara la economía de producción de etanol. Desafortunadamente, esta es la presente situación.

La comparación de los costos totales de producción de etanol entre la fermentación continua con recirculación de células y la fermentación al vacío con recirculación de células se da en la tabla XIII. El costo de melazas es de 0.06 Cent/g de azúcar, y se suponen que el 97% de la azúcar es fermentable. Los costos de los medios suplementarios de las levaduras están basados en los componentes representativos de la caña, melazas y los compuestos minerales. El costo de los medios suplementarios está resumido en la tabla XIV. Solo se requiere una alimentación de nitrógeno mineral, magnesio y fosfato. Suficientes cantidades de otros minerales y biotina están presentes en las melazas.

Un ingreso de 1 Cent/kg de levadura (subproducto) es restado del costo total de producción. El precio de venta de 5 Cent/kg de *S. cerevisiae* fue reducido, esto se refleja en los costo de mercadotecnia y distribución. Pero mas importante es que, la industria del etanol es por fermentación, el incremento en el suministro de levaduras puede manejar un bajo precio de ventas. De aquí, en ausencia de un completo estudio de mercado, se maneje un precio conservador de 1 Cent/kg de levadura.

TABLA XIII <sup>(13), (27), (31)</sup>

Costos totales de producción

	(Cent/litro)	
	Continuo con recirculación de células	Al vacío con recirculación de células
Fermentación	6.20	5.90
Recuperación de ETOH	10.00	8.30
Recuperación de levaduras	3.00	1.20

	Continuo con recirculación de células	Al vacío con recirculación de células
Almacenamiento	0.70	0.20
Azúcar	90.90	88.00
Suplementos	7.20	3.30
Costos totales de producción	117.90	107.00
Ingresos por levadura	<u>16.4</u>	<u>7.60</u>
Costos netos de producción	101.5	99.4

TABLA XIV <sup>(13), (27), (31)</sup>

Costos de suplementos para la operación  
continua con recirculación de células

Componente	Melazas		
	(g/litro)	N\$/Ton	Ton/día
Amonio	13.4	420	14
Fosfato de potasio	4.2	560	4.4
Sulfato de magnesio	0.9	513	1.0

Como se muestra en la tabla XIII, el costo total de producción de etanol por la fermentación continua con recirculación de células es de 117.9 Cent/litro y para la fermentación a vacío es de 107.0 Cent/litro.

Sin embargo, después de ser restado el ingreso por levaduras, la fermentación continua con recirculación de células parece mas atractiva ya que requiere 101.5 Cent/litro comparable con los 99.4 Cent/litro para la fermentación al vacío. De este modo, el costo neto de producción es casi idéntico para la fermentación con recirculación de células y la fermentación al vacío, aun cuando el costo total de producción es menor en la fermentación al vacío. Esto es debido a el bajo factor de rendimiento y de ahí, el insumo menor obtenido del subproducto de levaduras en la fermentación al vacío (ver tablas VI y VIII).

El costo de la azúcar domina realmente el costo de producción de etanol, representa cerca del 75% del costo total de fabricación. Sin embargo, el costo neto de producción de 99.4 y 101.5 Cent/litro, después de haber restado el ingreso de las levaduras, compara favorablemente con el precio de venta de 1.35 N\$/litro de EtOH al 95%.

Dado que los costo del proceso representa solo el 16% de el total del costo de producción de etanol, el efecto de los impuesto y el costo de la mano de obra en el costo final es pequeño. Esto se muestra en la tabla XV junto con el efecto del costo de la azúcar.

TABLA XV <sup>(13), (27), (31)</sup>

Efecto de las variables sobre  
los costos de producción

Variables	Incremento del costo EtOH, (Cent/litro)
26.1 a 46.6 N\$/hr aumento en costo de operación	0.6
4.0 a 12.00% aumento en impuestos	4.4
0.06 a 0.09 Cent/g aumento en costo de melaza	54.5

## I.5 SELECCION DEL PROCESO

El costo de melazas representa cerca del 75% del costo total de producción de etanol y de este modo dicta el precio de venta del alcohol etílico. Examinando este punto, los procesos de fermentación continua tienen un menor efecto en el costo total de producción. Sin embargo, los procesos de fermentación continua descritos tienen un substancial efecto en los requerimientos de inversión de capital fijo y así un cambio apreciable en la rentabilidad en la producción de etanol por fermentación. El retorno de la inversión (ROI) se muestra en la tabla XVI para los diferentes procesos de fermentación. El precio de venta de 1.35 N\$/litro de ETOH al 95% se asumió y el capital de trabajo, consistente de un mes de operación y un mes de excedentes de producto, fueron incluidos en la inversión de capital fijo usado para el cálculo del ROI. El ROI para cada proceso es mostrado para ambos casos cuando se otorga un ingreso de 1 Cent/kg de levadura y cuando este ingreso es despreciado.

TABLA XVI <sup>(13), (27), (31)</sup>

Comparación del ROI

Proceso	Porcentaje del ROI*	
	Ingreso de levaduras (1 Cent/kg)	Ingreso de levaduras despreciado
Por lotes	18.5	3.3
Continuo	55.6	27.9
Continuo con recirculación de células	69.7	36.5
Al vacío con recirculación de células	81.5	64.3

a. ROI = (Utilidad anual/inversión total de capital) x 100

Con un ingreso de 1 Cent/kg de levadura, la fermentación por lotes solo presenta un ROI de 18.5%. Por lo tanto la fermentación por lotes, es de una tecnología aceptable para la producción de etanol, este bajo ROI, explica en parte porque el etanol no debe ser fabricado por lotes. Pero cualquiera de los procesos continuos considerados, tienen un ROI entre un rango de 55.6% al 81.5%. Desde este punto de vista, los procesos de fermentación continua tienen un pronunciado efecto sobre el ROI y podría llevar a una producción rentable de etanol por fermentación.



En la tabla XVII se muestran tabulados los principales factores, que consideramos para la evaluación de los procesos.

TABLA XVII (13), (31)

Comparación de procesos <sup>A</sup>

PARAMETRO	PROCESO	POR LOTES	CONTINUO	CONTINUO CON RECIRCULACION	AL VACIO CON RECIRCULACION
Concentración de azúcar en alimentación		10%	10%	10%	50%
Rendimiento celular $V_{w/g}$		0.056	0.10	0.10	0.058
Rendimiento de EtOH $V_{p/g}$		0.477	0.45	0.45	0.475
Número de reactores y volumen		17, $1.37 \times 10^5$ L	8, $1.20 \times 10^5$ L	3, $7.76 \times 10^4$ L	1, $1.20 \times 10^5$ L
Tanques de cultivo y volumen		2, $3.12 \times 10^4$ L	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Número y tamaño de compresores		1, centrífugo, 60 HP	1, centrífugo, 60 HP	1, centrífugo, 60 HP	2, centrífugos, 320 y 2000 HP
Inversión fija <sup>B</sup>		N\$ 52,300	N\$ 22,300	N\$ 16,600	N\$ 15,500
Costo total de producción (Cent/L)		33.8	21.1	19.7	15.0
Costo de fermentación (Cent/L)		20.7	8.1	6.2	5.9
Costo de recuperación de EtOH (Cent/L)		10.0	10.0	10.0	8.3
Costo de recuperación de levaduras (Cent/L)		2.5	2.5	3.0	1.2
Costo de almacenamiento (Cent/L)		0.70	0.70	0.70	0.20
ROI sin créditos		3.3	27.9	36.5	64.3

A. Capacidad de producción de 187,970 litros de etanol al 95%/día.

B. N\$ de 1993

En el proceso al vacío se requiere una menor dilución de sus mieles, presentando una ventaja sobre los demás procesos, ya que el volumen que se requiere procesar es menor.

Los procesos continuos presentan un rendimiento celular mayor (0.058 a 0.10) con respecto al procesos por lotes (0.056). El rendimiento de ETOH no puede tomarse como un criterio de selección, ya que resulta ser similar para todos los procesos (0.463); sin embargo al comparar la rapidez de dilución de cada proceso con respecto al rendimiento de ETOH, encontramos que requerimos un tiempo de 16 hr en el proceso por lotes para obtener un rendimiento óptimo de producto de 0.477, mientras que en los procesos continuos se requiere una rapidez de dilución de 0.11 a 0.45 hr<sup>-1</sup> para obtener una rendimiento óptimo de producto de 0.45 a 0.475 , esto favorece a los procesos continuos con respecto al proceso por lotes. Otra desventaja que presenta el proceso por lotes es que requiere de dos tanques de cultivo lo cual no es requerido en los procesos continuos.

Los parametros anteriormente expuestos no nos permiten realmente seleccionar de una manera certera el proceso. Por tal motivo, hemos de considerar la economía de los procesos, así como el número de los equipos críticos que los integran ya que esto repercute en la cantidad de instrumentos de control requeridos. Observando, esto, vemos que el número de reactores disminuye de mitad a mitad en los procesos enumerados en la tabla XVII; no sucede así con los compresores, ya que el proceso a vacío requiere de dos compresores de elevado caballaje (que requieren ser accionados por turbina de vapor) mientras que los demas requieren de un solo compresor de bajo caballaje (que pueden ser accionado con motor eléctrico).

A pesar de que el costo de los compresores es elevado, específicamente del proceso al vacío, esto no influye en un incremento substancial de la inversión fija, en cambio, el costo de los reactores si influye en la inversión fija ya que éstos son fabricados de acero inoxidable, cuyo precio es elevado y hemos de tomar en cuenta el número de reactores instalados en cada proceso (por lotes 17, continuo 8, continuo con recirculación 3, al vacío 1).

Si, observamos en la tabla XVII vemos que el proceso por lotes presenta la inversión y el costo total de producción más altas en comparación con los procesos continuos; debido a ésta razón hemos de descartar el proceso por lotes, y de los procesos continuos el de mayor inversión fija y de costos de producción es, el continuo.

Para poder seleccionar entre el proceso continuo con recirculación y el de vacío, consideramos el retorno de la inversión (sin crédito). Con lo cual se favorece el proceso a vacío, ya que su R.O.I. es dos veces mayor con respecto a los dos restantes procesos continuos y veinte veces mayor al R.O.I. del proceso por lotes, lo cual lo favorece sobre todos los demás procesos.

Por lo tanto, sugerimos el proceso de fermentación al vacío con recirculación de células para que se desarrolle en México.

En el siguiente capítulo desarrollaremos la ingeniería básica de éste proceso a manera de evaluación de proceso para mostrar sus ventajas técnicas y económicas.

## II. INGENIERIA BASICA DEL PROCESO DE FERMENTACION LA VACIO CON RECIRCULACION DE CELULAS

### II.1 BASES DE DISEÑO

#### II.1.1 Generalidades <sup>(40)</sup>

La producción de alcohol por fermentación tiene la enorme ventaja de que se utiliza como materia prima un recurso renovable. Cualquier azúcar fermentable puede ser utilizada. Los desarrollos recientes sobre hidrólisis ácida y enzimática de la celulosa para ser transformada a azúcares fermentables, posiblemente permita la producción económica de etanol por fermentación, a partir de la basta y renovable cantidad de celulosa en nuestro planeta. El etanol entonces podría servir no sólo como solvente químico; sino como combustible líquido.

La planta que desarrollaremos como proyecto, incorpora mejoras al proceso continuo de producción de etanol por fermentación, haciéndolo mas rentable. Esta cualidad tendrá mayor importancia conforme crezca la demanda y el precio del petróleo.

#### II.1.1.1 Función de la planta <sup>(49), (53)</sup>

La producción de etanol por fermentación; de grado de calidad 3, 4, 5 y 6. Siendo el grado 3 - Espiritu neutro, grado 4 - Alcohol de calidad, grado 5 - Alcohol común y el grado 6 - Alcohol estándar; esta clasificación esta de acuerdo con la norma NOM-V-34-1980 en vigor. <sup>(53)</sup>

Los grados 3, 4, 5 y 6 tendrán grado alcohólico variable entre 94°G.L. a 96°G.L. y con diferentes proporciones de impurezas. Se utilizarán estos alcoholes en la industria farmacéutica, cosmetológica, en bebidas, alimentos, pinturas y como solvente industrial.

#### II.1.1.2 Tipo de proceso

Se utilizará la fermentación al vacío con recirculación de levaduras, que consiste en el aprovechamiento de la glucosa contenido en la mieles incristalizables (melaza) como materia prima para la fermentación por el mecanismo de la glucólisis provocado por la enzima *Saccharomyces cerevisiae* contenida en la levadura.

#### II.1.2 Capacidad y flexibilidad

##### II.1.2.1 Factor de servicio <sup>(49)</sup>

Se trabajará un período de 300 días al año, en el cual deberán estar comprendidos los 180 días destinados a la época de zafra que empiezan en Noviembre-Diciembre y terminan en Mayo-Junio, teniendo posteriormente 20 días adicionales para mantenimiento de equipo, esto da un factor de servicio de 0.82.

##### II.1.2.2 Capacidad

Diseño	340,860.00 l/día
Normal	296,000.00 l/día
Mínima	177,840.00 l/día

### II.1.2.3 Flexibilidad

La planta no deberá seguir operando en las siguientes condiciones anormales:

- a) Falla de electricidad
- b) Falla de vapor
- c) Falla de oxígeno al reactor
- d) Falla de agua de enfriamiento

Se deberá realizar un paro ordenado si se presenta alguna de las anteriores anomalías.

Se prevee una posible ampliación para la producción de alcohol anhidro, por medio de una sección de deshidratación anexa a las instalaciones de la planta. Este alcohol tiene su principal aplicación como carburante de las gasolinas que emplean los automóviles.

## II.1.3 Especificación de los productos y subproductos

### II.1.3.1 Productos <sup>(2), (9), (36), (39)</sup>

#### A) Etanol

Formula molecular	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH
Peso molecular	46.07
Estado	Líquido
Color	Incoloro
Gravedad especifica	0.80424 a 20°C
Punto de fusión	-112°C
Punto de ebullición	78.4°C
Composición	
Alcohol etílico	95% en peso
Agua	4.5% en peso
Impureza	
Acetaldehido	
(desnaturalizante)	0.5% en peso
Flujo	296,400.00 l/d

### II.1.3.2 Subproductos

#### B) Dióxido de carbono <sup>(9), (36)</sup>

Formula molecular	CO <sub>2</sub>
Peso molecular	44.01
Estado	Gaseoso
Color	Incoloro
Gravedad especifica	-----
Punto de fusión	>3500°C a -56.6 atm.

Punto de sublimación	-78.5°C
Composición	Estado puro
Concentración	1800 ppm a T.P.N.

C) Oxígeno <sup>(9)</sup>, <sup>(16)</sup>

Formula molecular	O <sub>2</sub>
Peso molecular	32.00
Estado	Gaseoso
Color	Incoloro
Gravedad especifica	1.14 a -188°C
Punto de fusión	-218.4°C
Punto de ebullición	-183.0°C
Composición	Estado puro
Concentración	1308 ppm a condiciones normales

D) Vinazas <sup>(2)</sup>, <sup>(55)</sup>

Composición	
Agua	97.00% en peso
Azúcar	3.00% en peso
Flujo	27,000.00 l/d

#### II.1.4 Alimentación a la planta

##### II.1.4.1 Condiciones de las alimentaciones en limite de batería

A) Melaza <sup>(2)</sup>, <sup>(11)</sup>, <sup>(31)</sup>, <sup>(39)</sup>, <sup>(48)</sup>

Alimentación	Melaza a 85° Brix
Estado físico	Líquido
Presión manométrica	1 atm.



Temperatura	18 - 22 °C
Forma de recibo	Tubería y carros-tanque
B) Agua de proceso <sup>(22)</sup>	
Alimentación	Agua
Estado físico	Líquido
Presión manométrica	1 atm
Temperatura	18 - 22°C
Forma de recibo	Tubería
C) Minerales y vitaminas <sup>(31), (31), (39)</sup>	
Alimentación	Minerales y vitaminas
Estado físico	Sólido
Presión manométrica	La requerida
Temperatura	18 - 22°C
Forma de recibo	Carros-tanque, tambores y sacos

II.1.4.2 Definición de los elementos de seguridad existentes que protegen a las líneas de alimentación

La línea de alimentación de la melaza y agua de proceso al fermentador estará protegida con válvulas de seguridad.

## II.1.5 Productos de la planta

### II.1.5.1 Condiciones de los productos en limite de batería

#### A) Etanol

Producto	Etanol al 95% en peso
Estado físico	Líquido
Presión manométrica	1 atm.
Temperatura	15°C
Forma de entrega	Carros-tanque y pipas

### II.1.5.2 Definición de los elementos de seguridad en el manejo de los productos

Debido a que el etanol es un producto inflamable y volátil, se deberá tratar en recipientes cerrados y a 15°C.

## II.1.6 Eliminación de desechos

### II.1.6.1 Vinazas <sup>(46), (47), (49), (50), (55)</sup>

El único efluente que es realmente contaminante es la vinaza. Entre mas grande sea la capacidad de la destilería mayores daños causara al entorno y a las corrientes de agua.

Mucho se ha hablado de concentrar las vinazas para ser utilizadas como alimento de ganado.

Otro método de utilizar estas vinazas es como substrato para producir bio-gas o en su caso proteínas por medio de cultivos de torulas.

La forma mas sencilla y económica para deshacerse de las vinazas es por el riego a campos de cultivo, previa degradación en lagunas de oxidación.

#### II.1.6.2 Dióxido de carbono <sup>(47), (49), (50), (55)</sup>

Siendo considerado como un contaminante atmosférico importante se propone un tratamiento sencillo y económico.

Consiste en burbujear la corriente de dióxido de carbono y oxígeno a través de una solución de hidróxido de calcio que al entrar en contacto con el dióxido de carbono reacciona formando carbonato de calcio que precipita, dejando en la corriente solamente la presencia de oxígeno, que se desfoga a la atmósfera.

El carbonato de calcio con zeolitas se puede utilizar para el tratamiento de aguas con el fin de reducir la alcalinidad de la misma y reducir su dureza; o en su caso venderla a la industria calera.

#### II.1.7 Instalaciones requeridas de almacenamiento

##### II.1.7.1 Alimentación

No aplica.

##### II.1.7.2 Productos

No aplica.

## II.1.8 Servicios auxiliares

### II.1.8.1 Vapor <sup>(22)</sup>

Se generara vapor de alta presión dentro de límites de batería, teniendo las condiciones siguientes:

Presión	42.2 Kg/cm <sup>2</sup>
Temperatura	316°C
Calidad	Sobrecalentado
Disponibilidad	La requerida por diseño

Este vapor será suministrado a las turbinas del compresor empleado para realizar el vacío en el fermentador.

El vapor de extracción de la turbina es de baja presión, teniendo las condiciones siguientes:

Presión	4.2 Kg/cm <sup>2</sup>
Temperatura	145°C
Calidad	Saturado
Disponibilidad	Tal que permita suministrar por lo menos el 60% del calor requerido en el rehedidor de la torre de destilación

### II.1.8.2 Condensados <sup>(22)</sup>

Los condensados de baja presión en límites de batería, tienen las siguientes condiciones:

Presión mínima	3.5 Kg/cm <sup>2</sup>
Temperatura	138°C

### II.1.8.3 Agua de enfriamiento <sup>(22), (37), (38)</sup>

Fuente de suministro	Estero de Topila
Presión en limite de batería	3.5 Kg/cm <sup>2</sup>
Temperatura en limite de batería	25°C
Temperatura máxima de retorno a la torre	40°C
Turbidez	50 NTU
Dureza	50 ppm
SDT	50 - 300 ppm
Fe	0.5 ppm
Mn	0.5 ppm
Fe <sup>+</sup> , Mn	0.5 ppm
Indice de Langelier	1.6 (Incrustante)

### II.1.8.4 Agua para servicios y usos sanitarios <sup>(22)</sup>

Fuente de suministro	Red municipal
Presión en limite de batería	2.8 Kg/cm <sup>2</sup>
Temperatura en limite de batería	16°C
Disponibilidad	La requerida por diseño

### II.1.8.5 Agua potable

Suministrada en garrafones

## Agua contra incendio <sup>(22)</sup>

Presión en limite de batería	10 Kg/cm <sup>2</sup>
Temperatura en limite de batería	18 - 22°C
Disponibilidad	La requerida por diseño

## II.1.8.6 Agua para caldera <sup>(22), (37), (38)</sup>

Fuente de suministro	Estero de Topila
Presión en limite de batería	42.2 Kg/cm <sup>2</sup>
Turbidez	1 NTU
Color	2 HU
D.O.	0.0 ml/l
Dureza	2 ppm
pH	9.6+
SDT (max.)	50 ppm
PO <sub>4</sub>	20 - 40 ppm
Hidróxido como CaCO <sub>3</sub>	0.0 ppm
Mg <sup>2+</sup>	0.0 ppm
Na <sup>+</sup>	1 - 2 ppm
Electrolito total	1 - 2 ppm
Bicarbonato como CaCO <sub>3</sub>	1 - 2 ppm
Sulfito	20 - 30 ppm

SiO <sub>2</sub> max.	30 ppm
Fe max.	3 ppm
Sustancias orgánicas	70 - 100 ppm

II.1.8.7 Agua de proceso <sup>(22), (37), (38)</sup>

Fuente de suministro	Estero de Topila
pH	6.5 - 7.0
Color	<5 HU
Turbidez	<10 NTU
Sabor, olor	Bajo
Sólidos suspendidos	-----
Sólidos disueltos	<800 mg/l
Calcio	<100 mg/l
Magnesio	<30 mg/l
Fierro	0.1 - 1.0 mg/l
Manganeso	<0.1 mg/l
Cobre	-----
Amonio	-----
Bicarbonato	No detectado
Carbonato	<50 mg/l
Sulfato	<100 mg/l
Cloruro	20 - 60 mg/l
Nitrato	<10 mg/l
Fluoruro	<1 mg/l
Sílica	<50 mg/l
Dureza	<70 mg/l
Alcalinidad	<85 mg/l
Sulfuro de hidrógeno	<0.2 mg/l

Oxígeno consumido	-----
Tetracloruro de carbono	-----
Cloroformo	-----
Acidez	-----
Fenol	No detectado
Nitrito	-----
Materia orgánica	Trazas
Disponibilidad	La requerida por diseño

#### II.1.8.8 Aire de Instrumentos <sup>(22)</sup>

Será suministrado en límites de batería, teniendo las siguientes condiciones:

Presión	7 kg/cm <sup>2</sup>
Característica	Seco
Impurezas	Ninguna
Disponibilidad	La requerida por diseño

#### II.1.8.9 Aire de Planta <sup>(22), (59)</sup>

Será suministrado en límites de batería, teniendo las siguientes condiciones:

Presión	7 Kg/cm <sup>2</sup>
Temperatura	38°C
Disponibilidad	La requerida por diseño



II.1.8.10 Aire de proceso <sup>(22)</sup>, <sup>(59)</sup>

Presión	7.0 Kg/cm <sup>2</sup>
Temperatura	Ambiente

II.1.8.11 Combustible <sup>(22)</sup>, <sup>(59)</sup>

Será suministrado fuera de límites de batería, teniendo las siguientes condiciones:

II.1.8.11.1	Combustible líquido	Diesel <sup>(60)</sup>
	Presión	1 atm.
	Temperatura	18 - 22°C
	Poder calorífico	135,500 Btu/gal
	Viscosidad	3.5 cp

Composición del diesel:

Carbono	85% en peso
Hidrógeno	12% en peso
Agua	1% en peso
Oxígeno	1% en peso
Azufre	0.8% en peso
Nitrógeno	0.2% en peso

II.1.8.12 Refrigerante

No aplica.

II.1.8.13 Inertes

No aplica.

#### II.1.8.14 Alimentación de Energía Eléctrica <sup>(22)</sup>, <sup>(61)</sup>, <sup>(62)</sup>

Fuente de suministro	
en límite de batería	C. F. E.
Tensión	13,800 V
No. de fases	3
Frecuencia	60 ciclos
Capacidad interruptiva de corto circuito:	
Factor de potencia	0.85
No. de conductores	3
Material del conductor	Cobre
Aislamiento del conductor	EPR, XLPE
Diámetro del ducto	El necesario
Material del ducto	Cemento, tubo galva. CD 40

Se contará con un sistema de corriente de emergencia (cogeneración) para alumbrado y para equipo crítico, que facilite el paro ordenado.

#### II.1.8.15 Desfogue <sup>(63)</sup>

Se diseñara un sistema de desfogue de la planta de acuerdo a la contra presión mínima en el quemador, que será de 0.5 Kg/cm<sup>2</sup>.

#### II.1.9 Sistemas de seguridad

##### II.1.9.1 Sistema contra incendio <sup>(43)</sup>

A continuación presentamos las normas o criterios de diseño para los siguientes sistemas:

Red contra incendio	NFPA-20-1984
Equipo móvil y portátil	NFPA-10-1984
Rociadores	NFPA-15-1985
Cámaras de espuma	NFPA-11-1985

#### II.1.9.2 Protección personal <sup>(41)</sup>

Se tomarán las siguientes medidas:

Tomas de aire

Duchas

Mantas contra incendio

Cascos

Guantes

Zapatos con casquillos

Mascarillas

Lentes protectores

Se colocarán avisos de seguridad tanto preventivos como normativos.

Instalación de cajas con manguera de 1 1/2 plg de diámetro para agua contra incendio en las tomas colocadas en las estructuras elevadas.

#### II.1.10 Condiciones climatológicas

##### II.1.10.1 Estadística pluvial <sup>(30), (34), (35)</sup>

Enero	32 mm
Febrero	32 mm
Marzo	18 mm
Abril	32 mm
Mayo	64 mm

Junio	200 mm
Julio	150 mm
Agosto	125 mm
Septiembre	250 mm
Octubre	125 mm
Noviembre	64 mm
Diciembre	32 mm

1000 mm como promedio anual.

#### II.1.10.2 Estadística de tormentas eléctricas

Pendiente

#### II.1.10.3 Vientos <sup>(34)</sup>, <sup>(35)</sup>

La dirección de los vientos reinantes es de Norte a Sur alcanzando una velocidad promedio de 3.5 m/seg. y una velocidad máxima de 4 m/seg.

La dirección de los vientos dominantes es de Norte a Este alcanzando una velocidad promedio de 1.9 m/seg. y una velocidad máxima de 2.8 m/seg.

#### II.1.10.4 Humedad relativa promedio <sup>(34)</sup>, <sup>(35)</sup>

Máxima	93.0%
Normal	88.0%
Mínima	66.3%

#### II.1.10.5 Atmósfera <sup>(34)</sup>

Presión atmosférica	14.7 psi
Atmósfera no corrosiva	No hay presencia de anhídridos (azufre, nitrógeno, etc.)

#### II.1.11 Localización de planta <sup>(35)</sup>

Coordenadas del pueblo Zapoapita en el municipio de Pánuco:

Latitud	22° 1.1'
Longitud	98° 10.8'
Altitud	10 msnm

#### II.1.12 Bases de diseño civil

##### II.1.12.1 Solicitaciones por viento y sismo <sup>(32), (33)</sup>

El diseño civil se efectuará basándonos en los criterios y métodos de diseño encontrados en el "Manual de diseño de obras civiles" de la C. F. E.

##### II.1.12.2 Nivel de piso terminado <sup>(32)</sup>

Para las condiciones de vientos y sismos señaladas anteriormente, y considerando las características del suelo en Zapoapita se sugiere una cimentación sustentada en lozas sumergidas.

El uso de lozas de cimentación resulta generalmente apropiado cuando la suma de las áreas de las zapatas aisladas o corridas que serían necesarios para transmitir la carga de la estructura, sobrepasa el 50% del área total de la cimentación.

También puede usarse para reducir los asentamientos diferenciales, cuando el material de cimentación es heterogéneo. En el caso de terrenos de cimentación comprensibles, puede ser atractivo desplantar la loza a cierta profundidad y cimentar la super estructura sobre un cajón par reducir los asentamientos (efecto de flotación).

#### II.1.12.3 Nivel freático

Se determinaran después de hacer el estudio de mecánica de suelos.

Información general sobre el tipo de suelo: <sup>(33)</sup>

Suelo tipo Vertisol (Crómico, Pélico) en la fase salina sódica, con rocas sedimentarias y volcanosedimentarias.

#### II.1.12.4 Tipo de edificios o construcciones que se desean dentro de límite de batería

Cuarto de control de instrumentos

Cuarto de control eléctrico

Cuarto para el sistema de esterilización

Cuarto para el reactor de fermentación

Sanitarios

#### II.1.13 Bases de diseño eléctrico <sup>(28), (29)</sup>

##### II.1.13.1 Código para la clasificación de áreas

La clasificación de las áreas se encuentran contenidos en los siguientes códigos:

NEMA

NEC

II.1.13.2 Características de la alimentación a motores <sup>(22), (62)</sup>

Potencia ( HP )	Volts	Fase	Frecuencia ( Hz )
0 - 3/4	127	1	60
1 - 200	480	3	60
200 - 2000	4160	3	60
2001 - mayores	13800	3	60

II.1.13.2 Corriente para alumbrado e instrumentos <sup>(22), (62)</sup>

Característica	Voltaje	Fase
Tensión para alumbrado	220	3
Tensión para instrumentos de control	127	1

Las alimentaciones para el alumbrado y la instrumentación electrónica será subterránea.

Para el alumbrado de emergencia, se requiere de un circuito independiente para garantizar el suministro de corriente eléctrica.

II.1.14 Bases de diseño de tuberías <sup>(51)</sup>

El diseño, fabricación y erección de todas las tuberías y accesorios deberá hacerse conforme a las prácticas especificadas en el Code for Pressure Piping ASA B31 o de la última publicación. Para la selección del tubo se realizara de acuerdo a las normas de la ASTM y API.

La selección de bridas y tornillos y empaques se realizara de acuerdo al código ASA y ANSI.

Cuando la tubería se encuentre elevada se soportara por medio de cadenas o varillas. En el caso de que la tubería se encuentre a nivel de piso se colocara sobre anillos de concreto.

Uso de trincheras para manejo de tuberías, no aplica ya que se considera obsoleto.

Dentro del limite de batería se tendrán los siguientes tipos de drenaje:

Pluvial

Sanitario

Los materiales de estos drenajes serán de fierro fundido y las elevaciones de las mismas se fijaran posteriormente. Nos responsabilizamos de su destino y manejo.

Las maquetas y dibujos no aplican.

#### II.1.15 Bases de diseño para instrumentos <sup>(21), (36)</sup>

Se empleará un sistema de control distribuido en la planta, con el propósito de lograr un control eficaz y estable. Se instrumentará básicamente el reactor de fermentación, los intercambiadores de calor y las columnas de destilación. La información de proceso (presión, temperatura, flujo, y composición) se presentará en una pantalla en el cuarto de control de la planta.

El sistema de control considera respuestas inmediatas a fallas graves en la operación de los equipos, con el propósito de evitar accidentes y pérdidas materiales.



Los instrumentos serán calibrados con las siguientes unidades:

Presión [=] Kg/cm<sup>2</sup>  
Flujos [=] L/d  
Temperatura [=] °C  
Flujo de gases [=] m<sup>3</sup>/hr a 20°C y 1 Kg/cm<sup>2</sup> abs.

## II.1.16 Bases de diseño de equipo

### II.1.16.1 Bombas <sup>(5), (8), (10), (16), (22)</sup>

Al diseñar las bombas es necesario que el valor del NPSH exceda en 2 ft/min; que la capacidad tenga un 10% de exceso con respecto al valor máximo de diseño en lo referente al flujo y un 15% con respecto a la presión.

### II.1.16.2 Centrífugas <sup>(8), (10), (14), (16), (39)</sup>

Se utilizarán centrífugas de descarga por toberas (boquillas) debido a que estas son comúnmente utilizables para la clarificación de una fase líquida simple con concentración controlada de la lechada descargada. La concentración máxima de sólidos factible a obtener en la descarga depende mucho de su naturaleza, en este caso aproximadamente el 15% para los sólidos hidrofílicos como la levadura. El material de construcción es acero inoxidable 316/317 para los discos y tazones y el carburo de tungsteno para las boquillas.

### II.1.16.3 Cambiadores de calor <sup>(6), (8), (10), (22)</sup>

El diseño de los intercambiadores de calor debe satisfacer los requerimientos de proceso y operacionales (tales como: flexibilidad, fácil mantenimiento y económicamente). Para su diseño se considerara una caída de presión menor o igual a 10 psig y purgas en sus niveles inferiores.

### II.1.16.4 Torres y recipientes <sup>(7), (10), (31)</sup>

Las variables más críticas de la sección de esterilización son la temperatura y el tiempo de residencia , que deben ser tales que se eliminen las bacterias presentes en la solución de melaza, sin alterar su constitución.

El diseño de la sección de fermentación, en donde se colocara el reactor de fermentación al vacío requiere una selección adecuada del material metalúrgico que será empleado debido a que se trabaja a bajas presiones (del orden de 55 mmHg); además la reacción efectuada en el fermentador es exotérmica y hace necesario el enfriamiento de la solución en fermentación ya que un cambio brusco de temperatura (se trabaja a 35°C) ocasionaría la muerte a la enzima; otro factor importante es la necesidad de mantener un pH = 4 (ácido) y un buen burbujeo de oxígeno. Por estas razones es necesario escoger un material adecuado para que soporte las condiciones ya mencionadas.

Para los separadores liquido vapor se emplea en general como velocidad de diseño el 80% de la velocidad máxima del vapor y calcular con ella el área de separación de liquido arrastrado.

El diseño de la torre de destilación es importante, específicamente en la selección de un buen material de construcción, debido a que estará sometida a una presión mayor de 1 atm. y una temperatura aproximada de 80°C; además es necesario seleccionar un aislamiento térmico para la columna ya que presenta grandes beneficios. Se considerara un 15% de sobre diseño que nos permita flexibilidad.

Es importante prestar atención en el diseño de equipo, al tamaño y número de registros de acceso para maniobras de mantenimiento con sus respectivas plataformas.

#### II.1.17 Normas, códigos y especificaciones <sup>(28), (29), (41), (43),</sup>

<sup>(44), (45), (63)</sup>

Electricidad	NEMA, NEC
Bombas	API
Centrífugas	API
Cambiadores de calor	TEMA
Torres y recipientes	ASME, API, ASTM
Tubería	ANSI, ASA, ASTM
Protección ambiental	EPA, SEDESOL
Seguridad de la planta	NFPA

## II.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO (Dib. IV, V, VI)

### II.2.1 Generalidades

El proceso consta básicamente de cuatro secciones, que son las siguientes:

- a) Sección de Esterilización,
- b) Sección de Fermentación,
- c) Sección de Separación Mecánica, y
- d) Sección de Concentración de Etanol

Las melazas provenientes de fuera de límites de batería deben ser esterilizadas para eliminar las esporas y bacterias que puedan afectar el rendimiento de la fermentación. La esterilización se puede realizar mediante varios métodos, pero el más económico y sencillo es el método térmico de inyección directa de vapor de agua.

La fermentación de las melazas requiere de la existencia de levaduras en el medio de fermentación, y para asegurar esto las melazas frescas se nutren con minerales y vitaminas.

La eficiencia del proceso de fermentación a vacío con recirculación de células, en operación continua, es grande (0.475 g de etanol producido/ g de azúcar fermentada) en comparación con los procesos batch tradicionales. El etanol resulta fácil de separar del medio de fermentación aplicando vacío.

Las levaduras agotadas, provenientes del medio de fermentación, se aprovechan para mantener constante el nivel de células en el fermentador recirculándose, y como alimento para ganado secándose. Obviamente las levaduras se separan mediante operaciones mecánicas como la centrifugación y la filtración.

Los líquidos y vapores obtenidos en la fermentación deben ser conjuntados para concentrar el etanol producido. Lo anterior se puede lograr mediante la destilación.

Los siguientes dibujos muestran el diagrama de flujo del proceso de fermentación a vacío.

En el capitulado IV.1 se presenta la memoria de cálculo de los balances de materia y energía.

**FA-103**  
RECURSADOR DE HERRAJES  
Q = 17500 kg/día

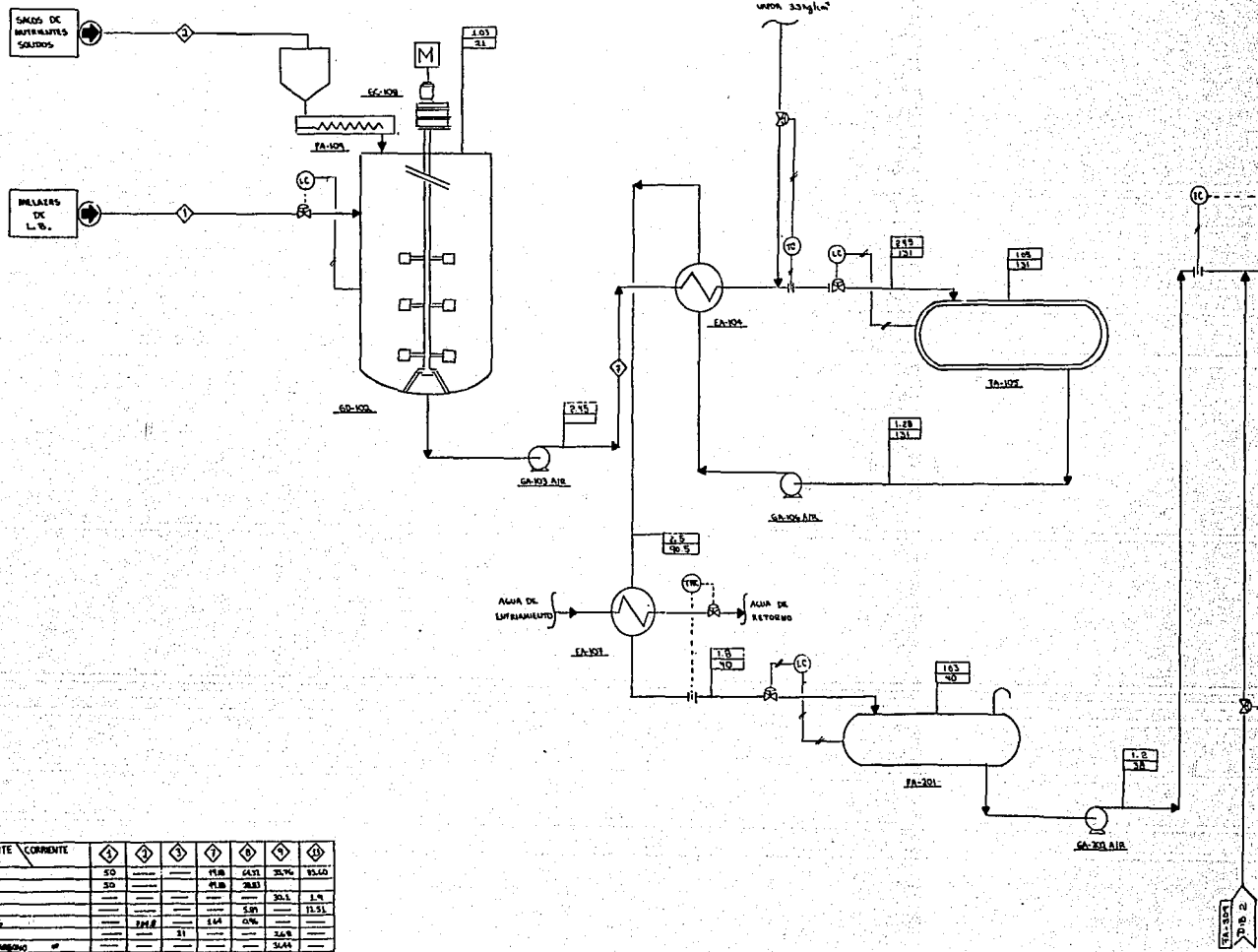
**CC-103**  
ACTUADOR DEL TRABAJO  
DE MEZCLADO  
2500 HP Final-Vista

**GD-103**  
TAMBORE DE RECEPCION  
5400 x 1125 mm

**EA-104**  
PROCESADOR DE  
MILAJES-LIPIAJES  
Q = 300000 kg/día

**GA-106 A/B**  
BOMBA DE SUccion DEL  
ESTERILIZADOR  
33 kg/h, 20HP, 30.24 m³/h

**FA-105**  
TAMBORE DE LIPIAJES  
950 x 2400 mm



COMPONENTE	CORRIENTE	1	2	3	4	5	6
AGUA	30			1100	6431	3074	3550
ALFARRA	30			4100	2803		
TAMBORE						3031	1.4
LIMPIAJE					581		11.51
RESIDUOS					144	0.56	
AGUA			31			24.6	
RESIDUOS						34.4	
<b>PROBLEMAS</b>							
LIMPIAJE	kg/h	12000	7000	4000	4100	1500	6300
ALFARRA	kg/h	1100	1100	1100	1100	1100	1100
LPH	kg/h	28.81	58.81	510	1000		110
RESIDUOS	kg/h	5.5	1.05	1.52	1.71	0.5	0.015
RESIDUOS	kg	200	20	20	313	37	33
RESIDUOS	kg/h	141.0	85.3	1.1	1460	156.5	0.5
RESIDUOS	kg	5.5		1440	1.5	6.3	0.708
RESIDUOS	kg/h						

**GA-106 A/B**  
BOMBA DE SUccion DE MEZCLADO  
2.6 kg/h, 20HP, 30.24 m³/h

**EA-104**  
ESTERILIZADOR DE MILAJES-LIPIAJES  
Q = 100000 kg/día

**EA-105**  
TAMBORE DE SUccion DE  
MILAJES-LIPIAJES  
1980 x 2400 mm

**GA-108 A/B**  
BOMBA DE SUccion DEL  
ESTERILIZADOR FRIO  
125 kg/h, 15HP, 30.5 m³/h

DIP D03										EQ.	ESTE TRABAJO INCLUYENDO EL MATERIAL PATENTADO O LA FACULTAD DE QUIMICA Y SU USO ESTA CONDICIONADO A O PARCIALMENTE Y NO LIMPIAR ESTE O EL MATERIAL O QUE EL PERMITIDO
DIP D02											
DIJOS DE REFERENCIA	D13	VER	SPVR	HIQ ESP.	DEPIQ	H.	GFE.	PROYECTO	CLIENTE	PLANTA DE PRODUCCION DE EL PANUO, VERACRUZ.	

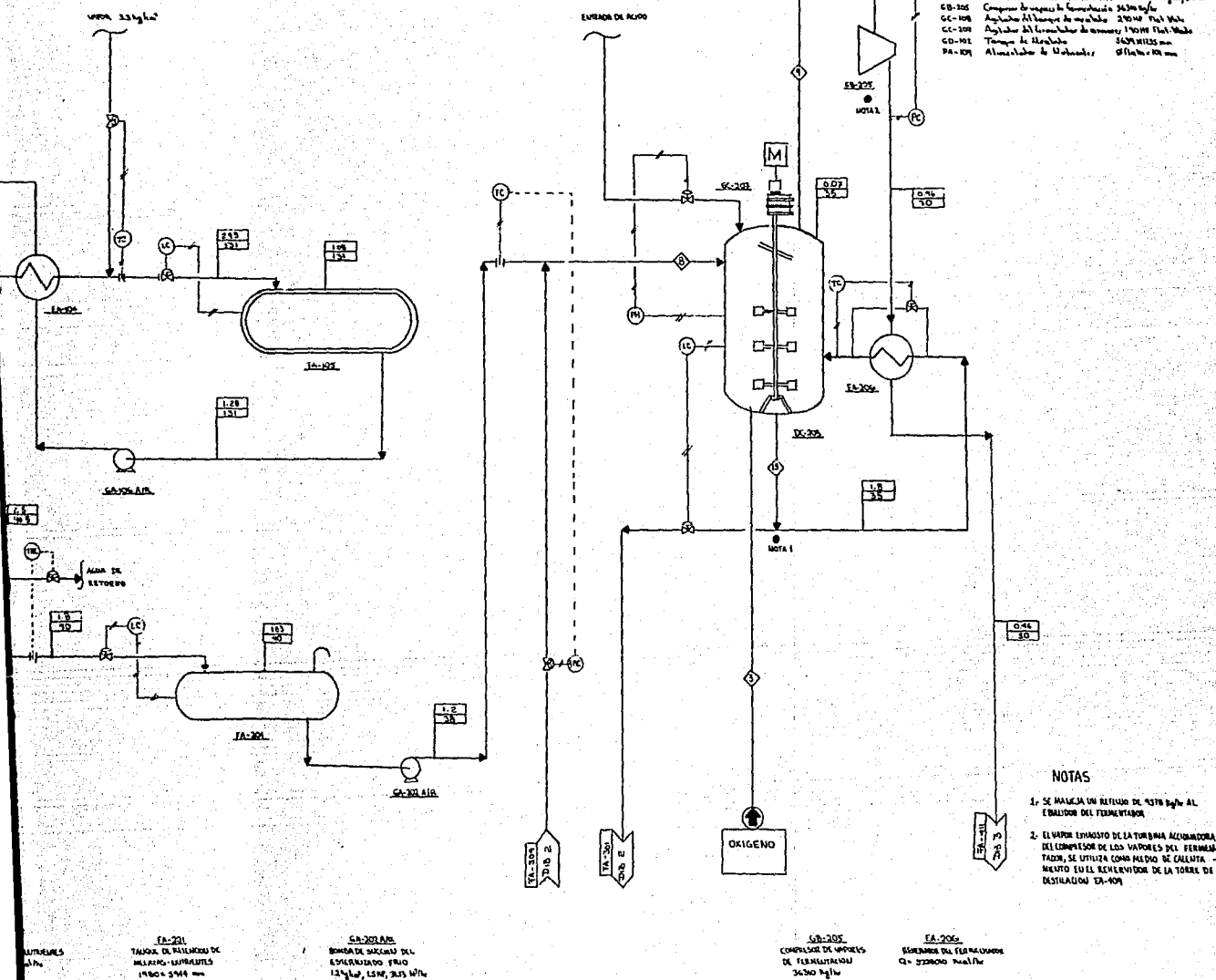
CA-106 A/F  
BOMBA DE SUCCIÓN DEL  
EXTRACTOR  
33 kg/h, 2.0 HP, 2.3 m<sup>3</sup>/h

FA-05  
TANQUE DE LÍQUIDO  
100 x 2400 mm

CC-203  
ACTIVADOR DEL FERMENTADOR  
DE 4000 L  
PISO DE FLUIDO

DC-203  
FERMENTADOR DE 4000 L  
6000 x 1800 mm

DC-203 Fermentador de 4000 L 6000 x 1800 mm  
EA-104 Prefiltro de 1/2" de 1/2" de 1/2" 124 1/2" x 124 1/2" x 124 1/2" mm  
EA-206 Prefiltro de 1/2" de 1/2" de 1/2" 124 1/2" x 124 1/2" x 124 1/2" mm  
FA-105 Tanque de 4000 L 100 x 2400 mm  
CA-106 Bomba de succión del extractor 33 kg/h, 2.0 HP, 2.3 m<sup>3</sup>/h  
CA-106 A/B Bomba de succión del extractor 33 kg/h, 2.0 HP, 2.3 m<sup>3</sup>/h  
CA-201 M/B Bomba de succión del extractor 33 kg/h, 2.0 HP, 2.3 m<sup>3</sup>/h  
CB-205 Compresor de oxígeno de 3630 kg/h 3630 kg/h  
CC-108 Regulador de vapor de 2700 mm 2700 mm  
CC-109 Regulador de vapor de 2700 mm 2700 mm  
GD-102 Tanque de 100 L 100 L  
PA-104 Almacenamiento de 100 L 100 L



F.Q.

ESTE TRABAJO INCLUYENDO EL MATERIAL PATENTADO CONTIENE INFORMACIÓN CONFIDENCIAL DE LA FACULTAD DE QUÍMICA Y QUÍMICO ESTA CALIFICADO A QUE EL USUARIO ACEPTA NO COPIARLO TOTAL O PARCIALMENTE Y NO EMPLEAR ESTE MATERIAL DESCRITO EN EL PAPEL PARA OTRO PROPOSITO QUE EL PERMITIDO

EDICIÓN

FACULTAD DE QUÍMICA

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

CIE.

PROYECTO

CLIENTE

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ETANOL POR FERMENTACIÓN PANUJO, VERACRUZ.

INICIADO 27/03/82, FECHA

ESC. 1/2

DIB IV

RFV "I"

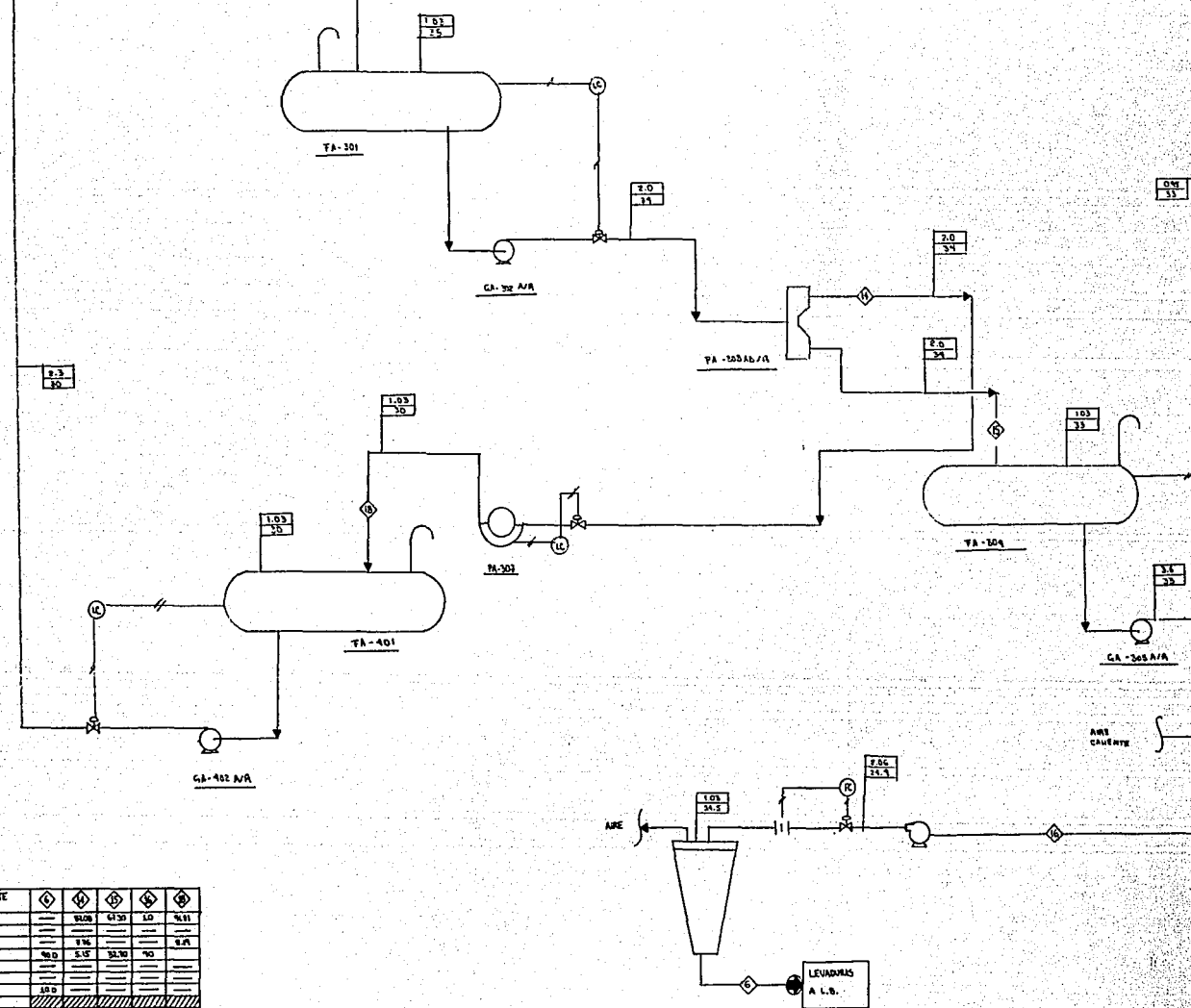
CAJON DIB 3

**FA-301**  
TANQUE DE REACCION EN PRESION  
1400 x 2400 mm

**GA-300 A/A**  
BOMBA DE SUCCION DE ALTA CAPACIDAD  
23 kg/h, 0.25 HP, 2474 m³/h

**PA-300 A/R**  
CENTRALIZA DE FASES PARA REACTIVOS  
406 x 2115 mm

**FA-304**  
TANQUE DE REACCION EN LEVANTADO  
900 x 2400 mm



COMPONENTE	CORRIENTE	1	2	3	4	5
AGUA		91.00	67.30	1.0	0.01	
ANILAS						
ETANOL		1%				
LEVADURA		99.0	5.15	32.70	90	0.01
MATERIAS						
CONSUMO						
FORMA DE CARGA						
RESERVAS						
FILLO	kg/h	1941.2	11.204	2374.2	1941.2	62.230
FILLO	M³/h					1934
LEP						
PROCESO	kg/h	130	186	57		18
RESERVAS	%	24.50	5.3	3.3	25.3	30
RESERVA	kg/h	1420	973	993	0.30	99.6
RESERVA	%				0.034	0.8
RESERVA	kg/h					
RESERVA	kg/h					

**GA-400 A/A**  
BOMBA DE SUCCION DE ALTA CAPACIDAD  
23 kg/h, 0.25 HP, 2474 m³/h

**FA-401**  
TANQUE DE REACCION EN LEVANTADO  
1720 x 2400 mm

**PA-300**  
CENTRALIZA DE FASES PARA REACTIVOS  
119 x 2115 mm

**PA-300**  
CENTRALIZA DE FASES PARA REACTIVOS  
107 x 2115 mm

**GA-305 A/A**  
BOMBA DE SUCCION DE ALTA CAPACIDAD  
23 kg/h, 0.25 HP, 2474 m³/h

DIP DIB 1										
DIP DIB 3										
DIBUJOS DE REFERENCIA	DIB 3	VER	SPVR	INC ESP	J DEPTO	J DIV	GTE	J PROYECTO	CLIENTE	F.Q.

ESTE TRABAJO INCLUYENDO EL MATERIAL PATENTADO CON LA FACULTAD DE GUARDA Y SU USO ESTA CONDICIONADO A QUE O PARCIALMENTE Y NO EMPLEAR ESTE NI EL MATERIAL DESDE QUE EL PERMITIDO

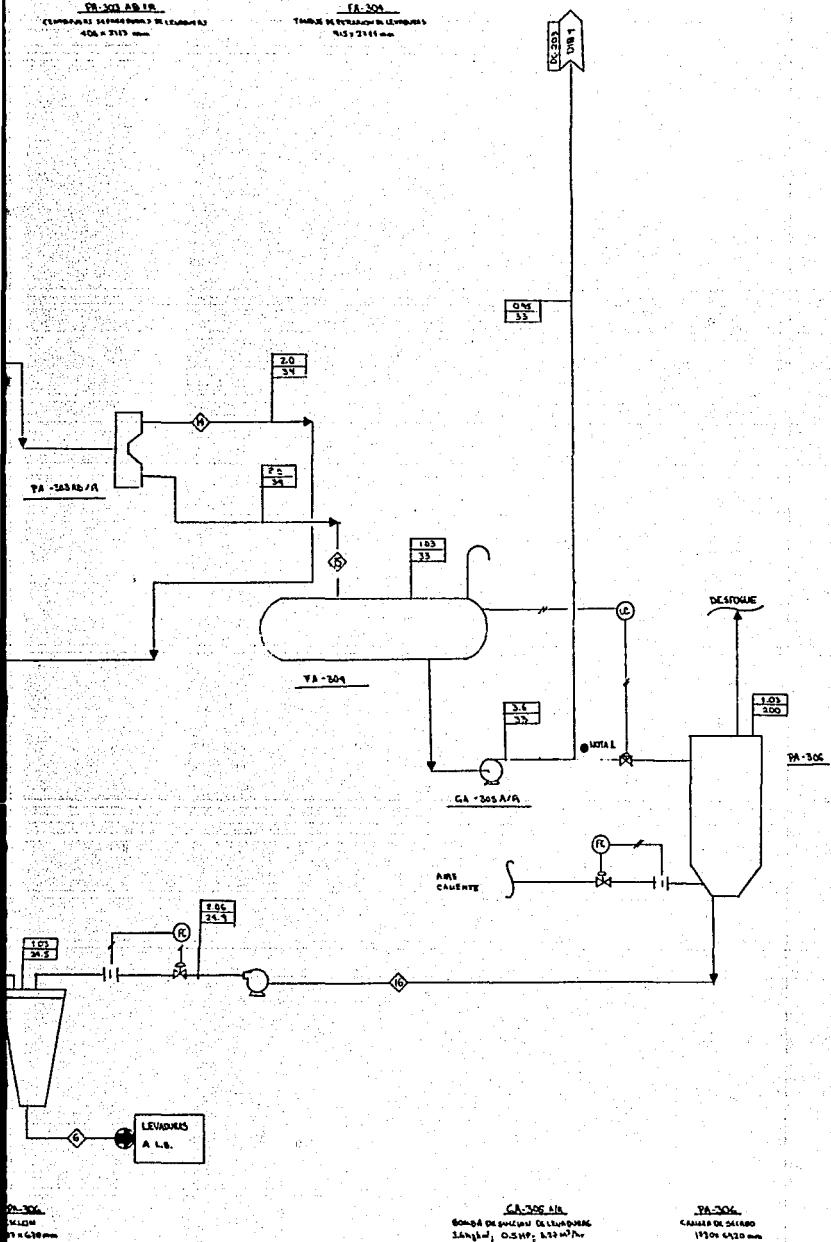
PLANTA DE PRODUCCION DE ETANOL, VERACRUZ



FA-304 A/B/A  
 (CLASIFICACION SEGUN NORMA DE LEVADURAS)  
 400 x 2145 mm

FA-304  
 TANQUE DE FERMENTACION DE LEVADURAS  
 915 x 2145 mm

FA-304	Tanque de fermentación del fermentado	1900 x 6444 mm
FA-304	Tanque de fermentación de levaduras	915 x 2145 mm
FA-401	Tanque de fermentación de alcohol	1200 x 2418 mm
CA-305 A/B	Bomba de succión del fermentado	2200 x 1410 x 1570 mm
CA-305 A/B	Bomba de succión de levaduras	2145 x 1410 x 1570 mm
CA-402 A/B	Bomba de succión de agua alcohol	2200 x 1410 x 1570 mm
FA-305 A/B	Centrifuga separadora de levaduras	4000 x 1115 mm
FA-306	Camara de Secado	1750 x 6120 mm
CA-306	Cilindro	1570 x 6120 mm
FA-309	Filtro clarificador	2170 x 1010 mm



NOTAS:

1.- SE SUMINISTRAN UN FLUJO DE 34,376 kg/hr DE LEVADURA REGULADA AL FERMENTADOR DE ANXARLES DC-305

FA-304  
 1900 x 6444 mm  
 17 x 630 mm

CA-305 A/B  
 BOMBA DE SUCCION DE LEVADURAS  
 2200 x 1410 x 1570 mm

FA-306  
 CAMARA DE SECADO  
 1750 x 6120 mm

ESTE TRABAJO INCLUYENDO EL MATERIAL PATENTADO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL DE LA FACULTAD DE QUIMICA Y SU USO ESTA CONDICIONADO A QUE EL USUARIO ACEPTA NO COPIARLO TOTAL O PARCIALMENTE Y NO EMPLEAR ESTE NI EL MATERIAL DESCRITO EN EL PAPEL PARA OTRO PROPOSITO QUE EL PERMITIDO

A  
 EDICION

FACULTAD DE QUIMICA

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

PROYECTO	CLIENTE	PLANTA DE PRODUCCION DE ETANOL POR FERMENTACION PANUCO, VERACRUZ.	INICIADO	APROBADO	FECHA	ESC. %	DIB. V	REV "1"
----------	---------	---	----------	----------	-------	--------	--------	---------

**EA-411**  
 1º RECTIFICADOR DE ETANOL  
 744000 kcal/hora  
 400000 kcal/m<sup>3</sup> h  
 187500 kcal/h  
 400000 kcal/h

**GA-412 AIR**  
 60000 kcal/h  
 60000 kcal/h  
 60000 kcal/h

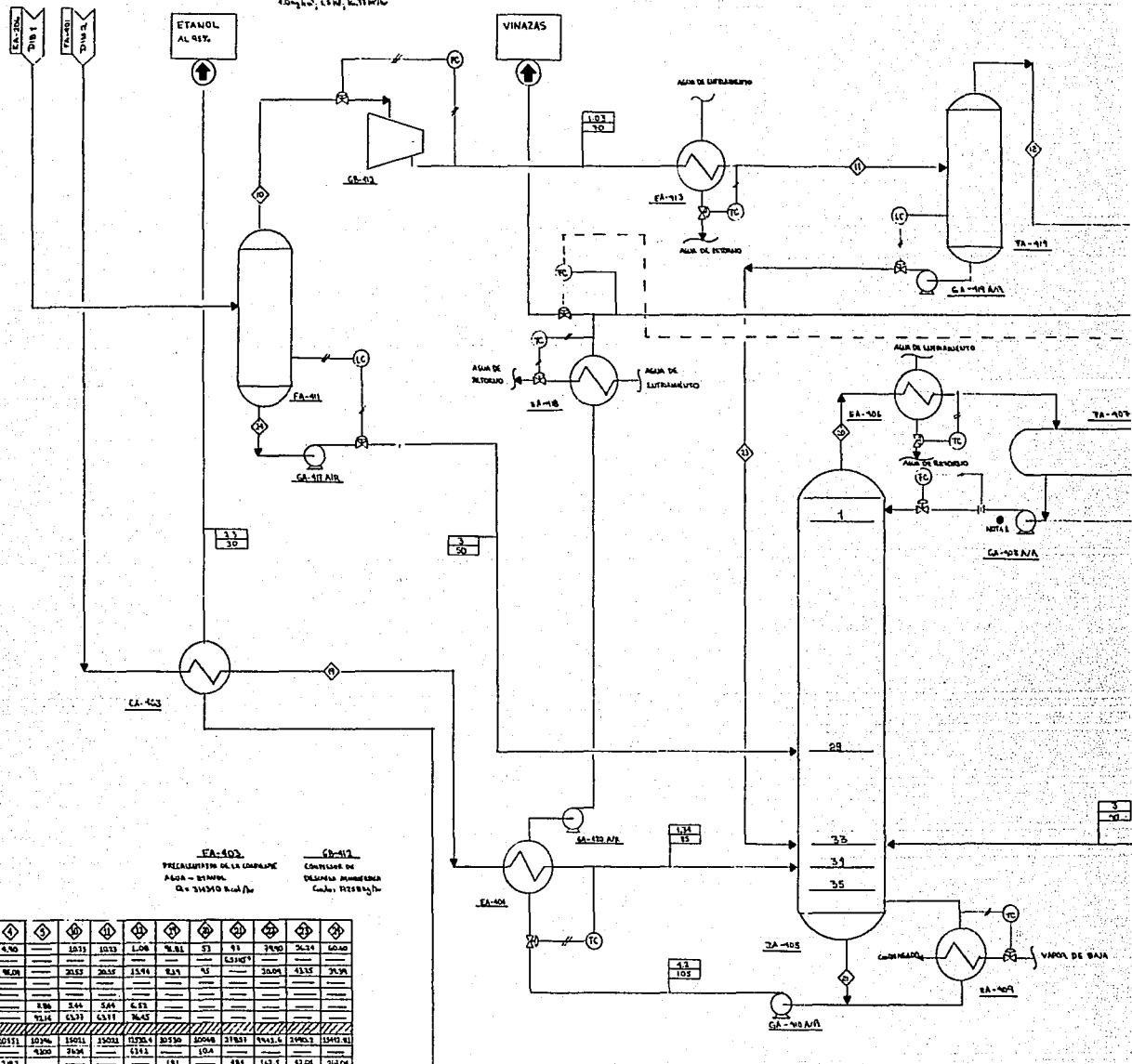
**EA-413**  
 1º CONDENSADOR DE VAPORES  
 60000 kcal/h

**EA-417**  
 2º CONDENSADOR DE VAPORES  
 60000 kcal/h

**GA-418 AIR**  
 60000 kcal/h

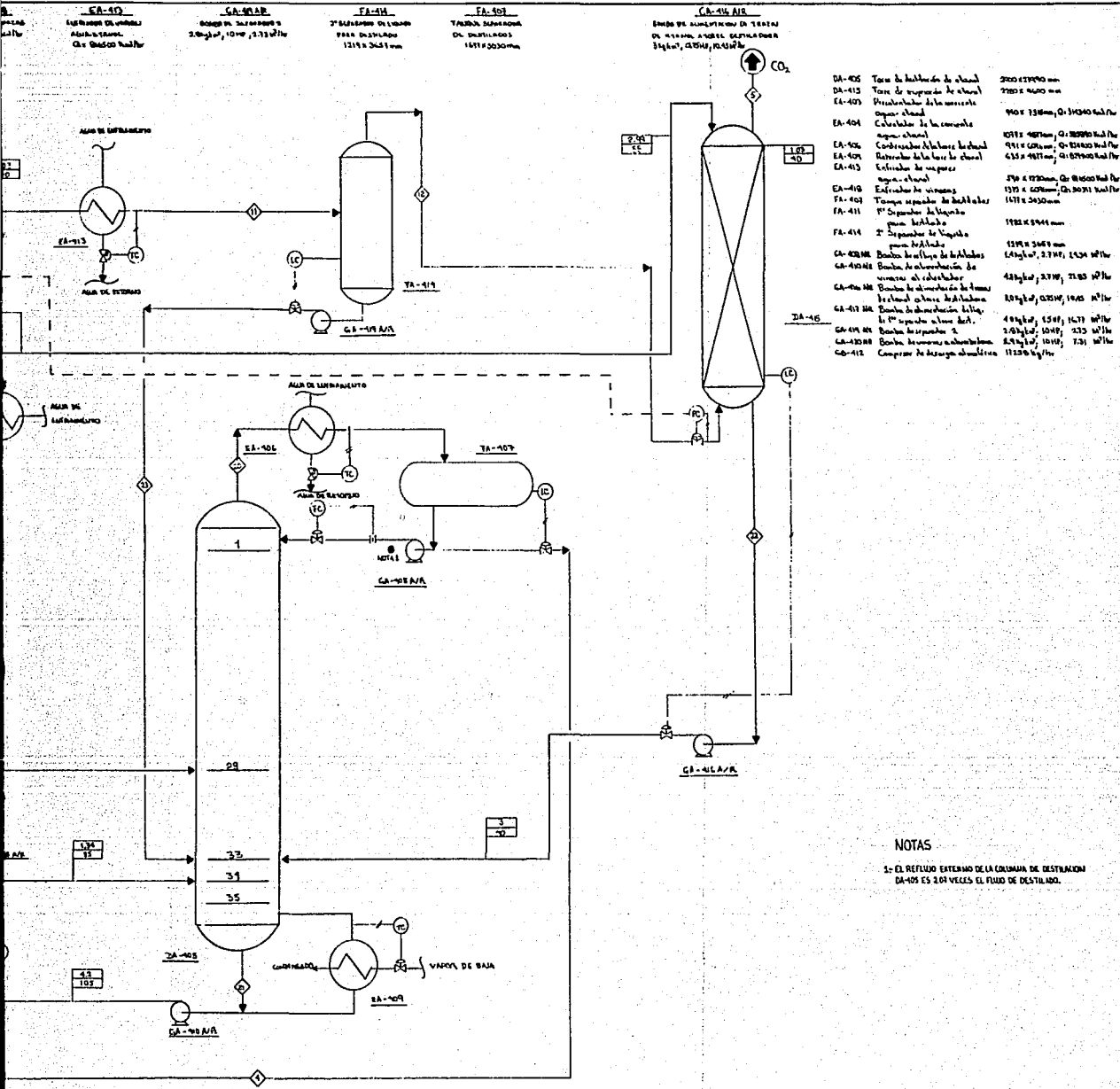
**EA-414**  
 3º CONDENSADOR DE VAPORES  
 60000 kcal/h

**EA-419**  
 4º CONDENSADOR DE VAPORES  
 60000 kcal/h



COMPONENTE	COMENTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
FLUJO		12111	10796	15071	15071	10796	10796	10796	10796	10796	10796	10796	10796
FLUJO VAP		1432	4290	15071	15071	10796	10796	10796	10796	10796	10796	10796	10796
TEMPERATURA		40	50	40	40	56	93.3	93	40	40	40	40	50
DESPLAZAMIENTO		1.64	1.74	1.56	1.56	1.57	172.4	519	225.3	78.8	435.5	1.64	1.64
PRESION		1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57
ENTRADA		0.21107	0.31107	0.31107	0.31107	0.21107	0.21107	0.21107	0.21107	0.21107	0.21107	0.21107	0.21107

DIP DIB 3																									
DIP DIB 1																									
DIBUJOS DE REFERENCIA	DIB.	VER.	SPVR.	ING. ESP.	DEPTO.	DIV.	GTE.	PROYECTO	CLIENTE	FQ.	ESTE TRABAJO INCLUYENDO EL MATERIAL PATENTADO CONTIENE LA FACULTAD DE QUIMICA Y SU USO ESTA CONDICIONADO A QUE EL CLIENTE NO PARCIALMENTE Y NO EMPLEAR ESTE NI EL MATERIAL DESCRITO QUE EL PERMITIDO														
PLANTA DE PRODUCCION DE ETANOL PANUCO, VERACRUZ.																									



DA-405	Torre de destilación de etanol	2200 x 17000 mm
DA-415	Torre de separación de etanol	2800 x 9000 mm
EA-402	Predestilador de la corriente orgánica etanol	900 x 7300 mm, Q: 310000 kcal/hr
EA-404	Calentador de la corriente orgánica etanol	1075 x 9870 mm, Q: 280000 kcal/hr
EA-406	Condensador de la torre de destilación	791 x 6070 mm, Q: 210000 kcal/hr
EA-409	Refractor de la torre de etanol	435 x 9070 mm, Q: 105000 kcal/hr
EA-413	Refractor de la corriente orgánica etanol	370 x 17200 mm, Q: 810000 kcal/hr
EA-416	Enfriador de vinagras	1375 x 6070 mm, Q: 303000 kcal/hr
FA-403	Tanque separador de destilados	1475 x 3030 mm
FA-411	1º Separador de líquidos para destilado	1182 x 6544 mm
FA-414	2º Separador de líquidos para destilado	1375 x 3069 mm
CA-408 MB	Bombas de succión de destilados	1475 x 1070, 2.7 HP, 1.24 m³/hr
CA-409 MB	Bombas de succión de vinagras al calentador	420 x 1070, 2.7 HP, 21.85 m³/hr
CA-410 MB	Bombas de succión de la torre de destilación orgánica de etanol	820 x 1070, 0.25 HP, 19.65 m³/hr
CA-411 MB	Bombas de succión de la torre de destilación orgánica de etanol, 1º separador a torre de etanol	480 x 1070, 0.5 HP, 14.75 m³/hr
CA-418 MB	Bombas de succión de vinagras 2	2.0 x 1070, 10 HP, 2.15 m³/hr
CA-419 MB	Bombas de succión de vinagras 1	2.0 x 1070, 10 HP, 2.15 m³/hr
CA-412	Compresor de descarga atmosférica	1125 x 1070

**NOTAS**

1- EL REFLUJO EXTERNO DE LA COLUMNA DE DESTILACIÓN DA-405 ES 2.04 VECES EL FLUJO DE DESTILADO.

CA-470 MB	DA-405	EA-406	EA-409	CA-410 MB	DA-415
BOMBAS DE SUCCIÓN A ALIMENTACIÓN	TORRE DE DESTILACIÓN DE ETANOL	CONDENSADOR DE LA TORRE DE DESTILACIÓN	SEPARADOR DE LA TORRE DE DESTILACIÓN	BOMBAS DE SUCCIÓN DE LA TORRE DE DESTILACIÓN	TORRE DE SEPARACIÓN DE ETANOL
2.0 x 1070, 10 HP, 2.15 m³/hr	2200 x 17000 mm	Q: 210000 kcal/hr	Q: 210000 kcal/hr	1.4 x 1070, 2.7 HP, 19.65 m³/hr	2200 x 9000 mm

TE.	PROYECTO	CLIENTE	ESTE TRABAJO INCLUYENDO EL MATERIAL PATENTADO CONTIENE INFORMACIÓN CONFIDENCIAL DE LA FACULTAD DE QUÍMICA Y SU USO ESTÁ CONDICIONADO A QUE EL USUARIO ACEPTE NO COPIARLO TOTAL O PARCIALMENTE Y NO EMPLEAR ESTE NI EL MATERIAL DESCRITO EN EL PAPEL PARA OTRO PROPOSITO QUE EL PERMITIDO		FACULTAD DE QUÍMICA		
					PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ETANOL POR FERMENTACIÓN PANUCO, VERACRUZ	INICIADO APROBADO FECHA	ESC. %

### II.3 DESCRIPCION DE PROCESO

El capitulado II.2 muestra el diagrama de flujo del proceso de fermentación al vacío, nos referiremos a él para hacer la descripción del proceso.

Las melazas concentradas, provenientes de fuera de límites de batería con una concentración de azúcar del 50% en masa, son mezcladas primero con suplementos minerales. Las melazas se alimentan al Tanque de Mezclado de Melazas-nutrientes GD-102, que opera a presión atmosférica y a temperatura ambiente, por medio de una Bomba que se encuentra fuera de límites de batería. Las vitaminas y minerales son transportados al tanque GD-102 por el Alimentador de Nutrientes PA-109, que maneja un flujo de 724.8 kg/h y opera a 1 Hp. (Los nutrientes tienen la función de promover el crecimiento de las levaduras).

La mezcla es succionada del tanque GD-102 por la Bomba de Succión del Mezclador GA-103A/R, que opera con una caída de presión de 2.45 Kgf/cm<sup>2</sup>, para ser precalentada hasta 110°C en el Precalentador de Melazas-Nutrientes EA-104, que opera con una carga térmica de 3,010,860 kCal/h. Posteriormente se inyecta a la mezcla 1730.7 kg/h de vapor saturado, a 134.7°C y una presión de 3.3 kgf/cm<sup>2</sup>, para llevarla a 131°C y ser recibida en Tanque de Esterilización FA-105, que opera a una presión de 4 kgf/cm<sup>2</sup> y a 131°C teniendo un tiempo de residencia de 2.50 minutos. (Esta temperatura es necesaria para eliminar a las esporas y bacterias contaminantes de la mezcla).

La mezcla es succionada por la Bomba de Succión del Esterilizador GA-106A/R, que opera con una caída de presión de  $3.2 \text{ Kgf/cm}^2$ , y fluye a través del precalentador EA-104 para aprovechar su calor llevando esta corriente de  $131^\circ\text{C}$  a  $90.5^\circ\text{C}$ .

La mezcla es enfriada en el Enfriador de Melazas-Nutrientes EA-107, que tiene una carga térmica de  $1,689,420 \text{ kCal/h}$ , hasta una temperatura de  $40^\circ\text{C}$ , utilizando como medio de enfriamiento agua a  $25^\circ\text{C}$  y a una presión de  $3.5 \text{ kgf/cm}^2$ , que se suministra fuera de límites de batería. La corriente es retenida en el Tanque de Retención de Melazas-Nutrientes FA-201, que se encuentra a presión atmosférica y a una temperatura entre  $35\text{--}40^\circ\text{C}$ . Esta mezcla es succionada por la Bomba de Succión del Esterilizado Frío GA-202A/R, que opera con una caída de presión de  $1.2 \text{ Kgf/cm}^2$ .

La solución proveniente de el tanque FA-201 se mezcla con una corriente de levaduras recuperadas en las Centrifugas Separadoras de Levaduras PA-303AB/R, obteniéndose un flujo de  $75,588 \text{ kg/h}$  y una temperatura entre  $35\text{--}38^\circ\text{C}$  y presión de  $0.095 \text{ Kgf/cm}^2$ , que se alimenta al Fermentador de Azúcares DC-203, que opera a una temperatura de  $35^\circ\text{C}$  y a una presión de  $0.0747 \text{ kgf/cm}^2$ ; suministrando oxígeno a  $1.62 \text{ Kgf/cm}^2$ . En el fondo del fermentador DC-203 una parte de la corriente de salida es alimentada al Rehervidor del Fermentador EA-206, con una carga térmica de  $5,228,010 \text{ kCal/h}$  y un flujo de  $9578 \text{ Kg/h}$ .

La otra parte de la corriente es llevada al Tanque de Retención del Fermentado FA-301, que se encuentra a presión atmosférica y a una temperatura entre 30-35°C, el fermentado es succionado por la Bomba de Succión del Fermentado GA-302A/R, que opera a una caída de presión de 2.0 Kgf/cm<sup>2</sup>, y alimentado a las Centrifugas Separadoras de Levaduras PA-303AB/R, que operan a 40 HP. El líquido ligero (etanol) es enviado al Filtro Clarificador PA-307, que opera a 1 Hp y una caída de presión de 2.81 kgf/cm<sup>2</sup>, (el filtro separa las trazas de levaduras que se arrastran en las centrifugas, ya que posteriormente se enviara el líquido a una torre de platos) el líquido clarificado es retenido en el Tanque de Retención de Etanol FA-401, que opera a presión atmosférica y una temperatura entre 30-33°C. Las levaduras concentradas obtenidas en las centrifugas PA-303AB/R son enviadas al Tanque de Retención de Levaduras FA-304, que opera a presión atmosférica y a una temperatura entre 30-33°C, estas levaduras son succionadas por la Bomba de Succión de Levaduras GA-305A/R, que opera con una caída de presión de 3.6 Kgf/cm<sup>2</sup>, parte de la descarga de esta bomba es recirculada para ser mezclada con la corriente proveniente del tanque FA-201. La parte restante de la descarga es enviada a la Cámara de Secado PA-306, que opera con una rapidez de evaporación de 661.3 kg/h y un tiempo de retención de 35 segundos, obteniendose un sólido a la temperatura de 233°C el cual se enfría y colecta en un ciclón, para obtenerlo a una temperatura de 24.5°C.

Los vapores obtenidos del fermentador DC-203 a una temperatura de 35°C y una presión de 0.075 kgf/cm<sup>2</sup>, son comprimidos en el Compresor de Vapores de Fermentación GB-205 hasta una presión de 0.462 kgf/cm<sup>2</sup>, y una temperatura de salida de 70°C (El etanol formado en la fermentación debe ser retirado de la mezcla por medio de la vaporización a baja presión; para que no inhiba la fermentación). Posteriormente son condensados y enfriados a 50°C en el Ebullición del Fermentador EA-206, proporcionando el calor necesario para la evaporación de la mezcla etanol-agua que sale del fermentador DC-203 y es recirculada al mismo. Los gases incondensables son separados de la corriente líquida en el Primer separador de Líquido para Destilado FA-411, a la presión de 0.462 kgf/cm<sup>2</sup> y a la temperatura de 50°C. A continuación son comprimidos en el Compresor de Descarga Atmosférica GB-412 hasta 1.033 kgf/cm<sup>2</sup> de presión y una temperatura de salida de 70°C. Posteriormente son parcialmente condensados y enfriados a 40°C en el Condensador de Vapores de Agua-Etanol EA-413; la mezcla de líquido-gas obtenida es alimentada al Segundo separador de Líquido para Destilado FA-414, que opera a la misma temperatura y presión. Los gases incondensables que contienen dióxido de carbono y oxígeno como componentes principales, con trazas de vapores de etanol y agua, son alimentados a la Torre de Recuperación de Etanol DA-415, donde los vapores de etanol y agua serán absorbidos con vinazas, provenientes del equipo DA-405, a contracorriente.

La corriente líquida proveniente del separador FA-411 será bombeada con la Bomba de Alimentación de Líquido de Primer Separador a torre destiladora GA-417A/R, que opera con una caída de presión de 4.0 kgf/cm<sup>2</sup>, para ser alimentada a 1.34 kgf/cm<sup>2</sup> al plato 31 de la Torre de Destilación de Etanol, DA-405.

La corriente líquida proveniente del separador FA-414 es bombeada con la Bomba de Alimentación de Líquido de segundo separador a torre destiladora GA-419A/R, que opera con una caída de presión de 2.8 kgf/cm<sup>2</sup>, para ser alimentada al plato 29 de la torre DA-405.

La solución de etanol y agua que sale por el fondo de la torre de absorción DA-415 es alimentada a 40°C y 1.34 kgf/cm<sup>2</sup> al plato 33 de la torre DA-405.

El líquido proveniente del Tanque de Retención de Etanol FA-401, que opera a presión atmosférica y una temperatura entre 30-33°C, este es bombeado por la Bomba de Succión de Agua-Etanol GA-402A/R, que opera a una caída de presión de 2.3 Kgf/cm<sup>2</sup>, y alimentado al Precalentador de la Corriente Agua-Etanol EA-403, que opera con una carga térmica de 314340 KCal/h, donde el producto de destilación, Etanol al 95% se enfría, cediendo el calor suficiente para el precalentamiento del producto líquido mencionado. Este vuelve a ser calentado hasta 85°C mediante la corriente de fondos de la torre DA-405 en el equipo EA-404, Calentador de la corriente Agua-Etanol, y es alimentado al plato 34 de la torre DA-405.



El destilado de la torre DA-405 es etanol al 95% en peso; y se obtiene a 1.033 kgf/cm<sup>2</sup> de presión y 76.5°C. Los vapores serán condensados en el equipo EA-406, Condensador de la Torre de Etanol, y serán enviados al tanque FA-407, Tanque de retención de destilados, que opera a una temperatura de 76.5°C y una presión de 1.033 kgf/cm<sup>2</sup>. Una parte de la salida de éste tanque es recirculada por medio de la bomba GA-408A/R, Bomba de reflujo de destilados que opera con una caída de presión de 1.6 kgf/cm<sup>2</sup>, a el plato número 2 de la torre DA-405. La otra parte de la corriente se enfría posteriormente como ya se indico, hasta 40°C y se envía fuera de límites de batería. El producto del fondo de la torre DA-405 se enfría en el Calantador de la Corriente Agua-Etanol EA-404, que opera con una carga térmica de 585890 KCal/h, cambiando su temperatura de 105.88°C a 77°C; éste flujo es succionado por la bomba GA-420A/R, Bomba de Alimentación de vinazas a Torre Absorbadora, que tiene una diferencia de presión de 2.9 kgf/cm<sup>2</sup>, y posteriormente se divide, y se vuelve a enfriar hasta 37°C en el calentador EA-418, Enfriador de Vinazas; ésta corriente se alimenta a una presión de 1.033 kgf/cm<sup>2</sup> al domo de la torre DA-415, donde son recuperados los vapores de etanol y agua.

## II.4 LISTA DE EQUIPO

### II.4.1 Generalidades

Las características de los equipos se encuentran en el siguiente orden:

<b>EQUIPO</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>
Recipientes a presión	Diam. x Long. T-T mm
Cambiadores de calor	Diam. coraza x Long. Tubo mm Carga termica kCal/hr
Bombas y compresores	Gasto LPM, m <sup>3</sup> /hr Dif. de presiones Kgf/cm <sup>2</sup> Potencia BHP
Agitadores	Tipo Potencia HP
Plantas paquete	Características particulares

## II.4.2 Lista de equipo

CLAVE	SERVICIO	CARACTERISTICAS
DA-405	Torre de destilación de etanol	2121 x 27879 mm
DA-415	Torre de recuperación de etanol	2280 x 9697 mm
DC-203	Fermentador de azucares	6060 x 8333 mm
EA-104	Pre calentador de melazas-nutrientes	1219 x 8030 mm 3010860 KCal/hr
EA-107	Enfriador de melazas-nutrientes	1515 x 7424 mm 1689420 KCal/hr
EA-206	Rehervidor del fermentador	606 x 4877 mm 5228010 KCal/hr
EA-403	Pre calentador de la corriente agua-etanol	1060 x 7424 mm 314340 KCal/hr

EA-404	Calentador de la corriente agua-etanol	1067 x 4877 mm 585890 KCal/hr
EA-406	Condensador de la torre de etanol	1060 x 6212 mm 8311000 KCal/hr
EA-409	Rehervidor de la torre de etanol	635 x 4877 mm 8294100 KCal/hr
EA-413	Enfriador de vapores de agua-etanol	606 x 1220 mm 816500 KCal/hr
EA-418	Enfriador de vinazas	1372 x 6212 mm 310311 KCal/hr
FA-105	Tanque de esterilización	1060 x 2424 mm
FA-201	Tanque de retención de melazas-nutrientes	1982 x 6060 mm
FA-301	Tanque de retención del fermentado	1982 x 6060 mm

FA-304	Tanque de retención de levaduras	915 x 2744 mm
FA-401	Tanque de retención de etanol	1220 x 3658 mm
FA-407	Tanque separador de destilados	1677 x 5151 mm
FA-411	Primer separador de liquido para destilado	1982 x 6060 mm
FA-414	Segundo separador de liquido para destilado	1219 x 3657 mm
FA-501	Tanque de almacenamiento del desfogue	909 x 3787 mm
GA-103A/R	Bomba de succión del mezclador	504 LPM 2.4 Kgf/cm <sup>2</sup> 2.2 HP
GA-106A/R	Bomba de succión del esterilizador	604 LPM 3.2 Kgf/cm <sup>2</sup> 3.0 HP

GA-202A/R	Bomba de succión del esterilizado frío	519 LPM 1.2 Kgf/cm <sup>2</sup> 1.0 HP
GA-302A/R	Bomba de succión del fermentado	445 LPM 2 Kgf/cm <sup>2</sup> 1.4 HP
GA-305A/R	Bomba de succión de levaduras	54 LPM 3.6 Kgf/cm <sup>2</sup> 0.5 HP
GA-402A/R	Bomba de succión de agua-etanol	179 LPM 2.3 Kgf/cm <sup>2</sup> 0.75 HP
GA-408A/R	Bomba de reflujo de destilados	492 LPM 1.4 Kgf/cm <sup>2</sup> 2.7 HP
GA-410A/R	Bomba de alimentación de vinazas al calentador	464 LPM 4.7 Kgf/cm <sup>2</sup> 3.7 HP
GA-416A/R	Bomba de alimentación de trazas de etanol a torre destiladora	174 LPM 3 Kgf/cm <sup>2</sup> 0.75 HP

GA-417A/R	Bomba de alimentación de liquido de primer separador a torre destiladora	279 LPM 4.0 Kgf/cm <sup>2</sup> 1.5 HP
GA-419A/R	Bomba de alimentación de liquido de segundo separador a torre destiladora	45 LPM 2.8 Kgf/cm <sup>2</sup> 0.25 HP
GA-420A/R	Bomba de alimentación de vinazas a la torre absorbedora	130 LPM 2.9 Kgf/cm <sup>2</sup> 0.75 HP
GB-205	Compresor de vapores de fermentación	315740 m <sup>3</sup> /hr 0.23 kgf/cm <sup>2</sup> 3000 HP
GB-412	Compresor de descarga atmosferica	128264 m <sup>3</sup> /hr 0.34 kgf/cm <sup>2</sup> 500 HP
GC-108	Agitador del tanque de mezclado	Flat-blade turbine 150 HP
GC-207	Agitador del fermentador de azucares	Flat-blade turbine 190 HP

GD-102	Tanque de mezclado de melazas-nutrientes	6060 x 12121 mm
PA-109	Alimentador de nutrientes	707 kg/hr 1 HP
PA-303AB/R	Centrifugas separadoras de levadura	419 LPM 40 HP
PA-306	Camara de secado	661.3 Kg agua/hr
PA-307	Filtro clarificador	195 LPM
PA-500	Quemador del desfogue	Altura 50000 mm Diametro de tubo 489 mm Cedula 20 208960915 kCal/hr



## II.5 HOJAS DE DATOS DE EQUIPO

En el capitulado IV.2 se encuentra la memoria de cálculo del dimensionamiento de equipos, y a continuación se presenta el reporte de los resultados.

HOJA DE DATOS DE  
PROCESO PARA TORRES

CLIENTE: UNAM FACULTAD DE QUIMICA  
 PLANTA: PRODUCTORA DE ETANOL  
 LOCALIZACION: ZAPAPITA PANUO, VER.  
 CLAVE DEL EQ: DA-405

PROYECTO No: 001  
 HOJA: 1 DE: 1

TIPO: PLATOS SERVICIO: DEST. ETOH ESQUEMA:

DIAMETROS 2,121 mm. y' mm  
 ALTURA TOTAL 27,879 mm  
 FALDON 3000 mm  
 Top SUP 76.6 °C. INF 108 °C  
 Poperacion 1.033 Kg/cm<sup>2</sup>  
 DISEÑO: TEMP SUP 100°C. INF 120°C  
 PRESION 6.3 Kg/cm<sup>2</sup>  
 MATERIALES CASCARON: SA-36  
 REC INT. ESPESOR 2.0 mm  
 CORROSION PERMISIBLE CASCARON mm  
 RELEVADO DE ESFUERZOS SI   
 AISLAMIENTO  NO

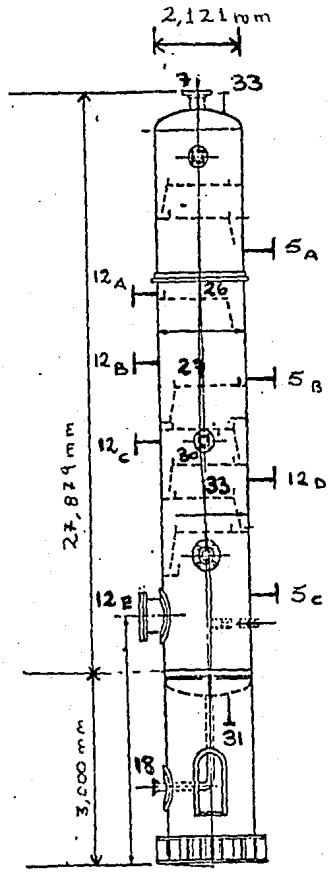
MATERIAL PLATOS:  
 EMPAQUES:

PLATOS			
NoB	TIPO	NoPASOS	ESPA.
15	BALLAST	2	610 mm
10	BALLAST	2	610 mm
8	BALLAST	2	610 mm

EMPAQUES  
 TIPO: NOCAMAS  
 ALTURA CADA CAMA  
 PESO POR CAMA

BOQUILLAS			
No	No REQ	DIAM NOM	SERVIC
5ABC	3	610 mm	REGISTROS HOMBRE
7	1	581 mm	SAIDA VAPOR PROPIETA
12A	1	27 mm	ALIMENTAC. LIQUIDA
12B	1	63 mm	ALIMENTAC. LIQUIDA
12C	1	53 mm	ALIMENTAC. LIQUIDA
12D	1	53 mm	ALIMENTAC. LIQUIDA
12E	1	730 mm	RECIRCULA. REHEV. VAPOR
18	1	102 mm	SAIDA LIQ. SOBRES
31	1	51 mm	DRENAJE LIQ.
46	1	51 mm	INST. NINEL

NOTAS



REVISION	FECHA	HECHA POR	APRO. POR

## HOJA DE DATOS DE PROCESO PARA PLATOS

CLIENTE UNAM, FACULTAD DE QUIMICA		HOJA: 1 DE: 1	
PLANTA PRODUCTORA DE ETANOL	EDICION	ELABORO	APROBO
LOCALIZACION ZAPOAPITA, PANUCO, VER.	01	PM	FECHA
CONTRATO No. 001			2-VI-93
CLAVE DA-405	No. DE UNIDADES 1		
SERVICIO TORRE DE DESTILACION DE ETANOL AL 95 %			
SECCION	I	II	III
No. DE PLATOS DE LA SECCION	15	10	8
PLATO CRITICO DE LA SECCION	Nº 1	Nº 16	Nº 26
<b>CONDICIONES DE OPERACION</b>			
VAPOR DENSIDAD Kg/m <sup>3</sup>	1.58	1.41	0.79
FLUJO kg/h	30,602	25,896	16,912
m <sup>3</sup> /h a P,T	19,368	18,366	21,408
LIQUIDO FLUJO kg/h	21,772	8,093	25,381
LPM a P,T	480	163	462
VISCOSIDAD, cp	0.44	0.35	0.28
TENSION SUPERF. d/cm	18.21	57.93	57.86
TEMPERATURA LIQUIDO, C	78	94	104
VAPOR, C	78	94	104
PRESION Kg/cm <sup>2</sup> man.	0.033	0.095	0.143
<b>CRITERIOS DE DISEÑO</b>			
CAIDA DE P MAX. POR PLATO mmHg	6.0	6.0	6.0
<b>CARACTERISTICAS DE LOS PLATOS</b>			
TIPO DE PLATO	BALLAST - GLITSCH	BALLAST - GLITSCH	BALLAST - GLITSCH
DIAMETRO mm	1981	1981	1981
ESPACIAMIENTO ENTRE PLATOS mm	610	610	610
NUMERO DE PASOS	2	1	2
AREA ACTIVA m <sup>2</sup>	2.04	2.3	2.04
AREA DE BAJANTES m <sup>2</sup>	0.51	0.25	0.51
TIPO DE UNIDADES DE CONTACTO	VALVULAS BALLAST	VALVULAS BALLAST	VALVULAS BALLAST
<b>DATOS HIDRAULICOS DEL SISTEMA</b>			
FACTOR DE ESPUMA	0.9	0.9	0.9
% INUNDACION MAX/ NOR/ MIN	71	71	71
CAIDA DE PRESION POR PLATO mmHg	4.0	4.0	4.0
POR SECCION mmHg	60	40	32

NOTAS: SE ESCOGIERON LOS PLATOS DE VALVULAS TIPO "BALLAST" DE LA GLITSCH COMPANY POR SU ALTA EFICIENCIA, BAJA CAIDA DE PRESION, Y GRAN FLEXIBILIDAD. SE UTILIZÓ EL MANUAL DE ESTA COMPAÑIA PARA EL DIMENSIONAMIENTO DEL DIAMETRO DE LA COLUMNA, Y DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS PLATOS.

REVISION					
FECHA					
POR					
APRO.					

CLIENTE UNAM, FACULTAD QUIM. PLAN'A PRODUCTORA DE ETANOL PROYECTO No. 001

LOCALIZACION ZARAPITA, TAMPOLVER CLASE DA-415 No. DE UNIDADES: 1 HOJA 1 DE 2

TIPO EMPAQUE SERVICIO: ASOCIACION JARRA ETANOL

DIAMETROS (MM): 2,280. Y (MM):

ALTURA TOTAL (MM): 9,697 FALDOM (MM): 2,286

TEMP. DE OPERACION (C): SUP. 40 INT. : 42

PRESION DE OPERACION (Kg/cm<sup>2</sup>): 1.033

TEMP. DE DISEÑO (C): SUP. 60 INF. : 60

PRESION DE OPERACION (Kg/cm<sup>2</sup>): SUP. INF. :

MATERIALES: CASCARON SA-36 REC INT. SA 662 ESPEJOR (MM) 2

CORROSION PERMISIBLE CASCARON (MM):

AISLAMIENTO:  NO:

MATERIAL PLATOS: UNID. CONTACTO: EMPAQUE:

**PLATOS**

Nos	TIPO	No. DE PASOS	ESPACIAMIENTO

**EMPAQUE**

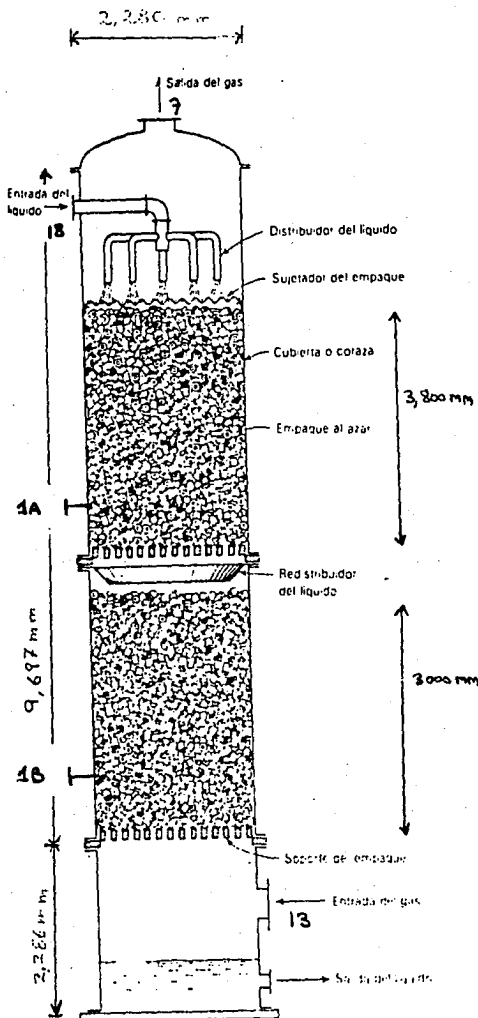
ANILLOS RASCHIG 25.4 mm

ANILLOS RASCHIG 25.4 mm

**BOQUILLAS**

No.	No. REQ.	DIAM. NOM.	SERVICIO
1A	2	508 mm	REGISTRO DE HOMBRE
7	1	381 mm	SALIDA DE VAPOR
13	1	381 mm	ENTRADA DE VAPOR
18	1	53 mm	ALIMENTACION LIQUIDO
31	1	51 mm	DRENE
46	1	51 mm	INSTRUMENTOS NIVEL

NOTAS:



REVISION: 0 1 2 3

FECHA:

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

HOJA DE DATOS  
PARA  
TORRE EMPACADA

CLIENTE	UNAFI, FACULTAD DE QUIMICA		PROYECTO NUM.	011	
PLANTA	PRODUCTORA DE ETANOL		HOJA 2 DE	2	
LOCALIZACION	ZARZARITA, PARIJICO, VERACRUZ		REQ./O.C. NUM.		
CLAVE DE LA UNIDAD	DA-115	NUM. DE UNIDADES	1	NUM. DE UNIDADES	1
TORRE NUM.	SERVICIO	TORRE DE RECUPERACION	DE ETANOL	NUM. DE SECCIONES	2
TORRE:	SECCION 1	4.6 m	SECCION 2	3.0 m	

PROPIEDADES EN DOMO		GAS SALIDA	LIQUIDO ENTRADA		
FLUIDO CIRCULADO					
NORMAL	Kg/Hr	8138	7808		
MAXIMO	Kg/Hr	7359	8980		
MINIMO	Kg/Hr	4882	4685		
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup> man	0.02	0		
TEMPERATURA	°C	38	37.4		
DENSIDAD	g/cm <sup>3</sup>	0.85	0.99		
VISCOSIDAD	CP	1.3	0.7		
TENSION SUPERFICIAL	DINAS/CM		72.8		
FACTOR DE ENSUCIAMIENTO					
EN FONDOS		GAS ENTRADA	LIQUIDO SALIDA		
FLUIDO CIRCULADO					
NORMAL	Kg/Hr	9950	9407		
MAXIMO	Kg/Hr	11112	10818		
MINIMO	Kg/Hr	5920	5677		
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup> man	0.031	0.02		
TEMPERATURA	°C	37.4	37.4		
DENSIDAD	g/cm <sup>3</sup>	0.8	0.85		
VISCOSIDAD	CP	1.1	1.6		
TENSION SUPERFICIAL	DINAS/CM		58.5		
FACTOR DE ENSUCIAMIENTO					

NOTAS:

- 1) SE CONSIDERA LA SECCION 1 COMO EL DOMO DE LA TORRE.
- 2) SE CONSIDERA LA SECCION 2 COMO EL FONDO DE LA TORRE.
- 3) EL DIAMETRO DE LA TORRE ES DE 2,134 mm.
- 4) LA CARGA DE PRESION RECOMENDADA DE DIRECTO ES 400 N/m<sup>2</sup>/m DE EMPAQUE

PLANTA	Productora de Etanol	CÓDIGO No	001
LOCALIZACION	Zapopita, Pánuco, Ver.	REQUISICION	FECHA 02-VI-93
CLAVE	DC-205	HECHA POR	APROBADA POR
No UNIDADES	Una	SERVICIO	Fermentador de Azúcares

### REACTOR

POSICION:	VERTICAL	Sr	HORIZONTAL	
TIPO DE FLUIDO:	LIQUIDO	Melazas-Nut	FLUJO	43,584 KG/HR DENSIDAD 1,440 KG/M <sup>3</sup>
			VISCOSIDAD	1.6 CP
	SACTO O GAS	Levaduras	FLUJO	31,278 KG/HR DENSIDAD 1,040 KG/M <sup>3</sup>
			VISCOSIDAD	CP
TEMPERATURA:	OPERACION	35 °C	MAXIMA	40 °C DISEÑO 45 °C
PRESION:	OPERACION	0.077 KG/M <sup>2</sup>	MAXIMA	0.096 KG/M <sup>2</sup> DISEÑO 2.17 KG/M <sup>2</sup>
DIMENSIONES:	LONGITUD TANGENTE TANGENTE	8,333 MM	DIAMETRO	6,060 MM
CAPACIDAD:	TOTAL	189 M <sup>3</sup>		
BAFFLES:	No.	4	ANCHO	600 MM
ALTURA DEL EMPAQUE	No Aplica	MM		
ALTURA DEL CATALIZADOR	No Aplica	MM	CARACTERISTICAS:	
NIVEL:	NORMAL	3,120 MM	MAXIMO	5,100 MM MINIMO 152 MM
ALARMA:	ALTO NIVEL	4,110 MM	BAJO NIVEL	1,389 MM DE PARO MM
MATERIALES:	CASCARON	SA-240	CABEZAS	SA-182 BAFFLES SA-430
CORROSION PERMISIBLE:	CASCARON	1.60 MM	CABEZAS	1.60 MM
AISLAMIENTO	No Aplica			
RECUBRIMIENTO INTERNO	No Aplica			

### CONSTRUCCION

CODIGOS REQUERIDOS:	ASME, ASTM
CARGA POR VIENTO EN SUPERFICIE CILINDRICA	No Aplica KG/CM <sup>2</sup>
DIAMETRO AJUSTADO PARA CARGA DE VIENTO	No Aplica MM
COEFICIENTE DINAMICO	0.312
PROYECCION DE BOQUILLAS	TOLERANCIA
ANILLOS, FALDON BASE	SILLETAS DATAS
BIACRAS	PESCARTE REQUERIDOS
ANILLOS DE AISLAMIENTO	
ESCALERA	MM PROTECCION MM
PLATAFORMAS	
PESCARTE SUPERIORES	

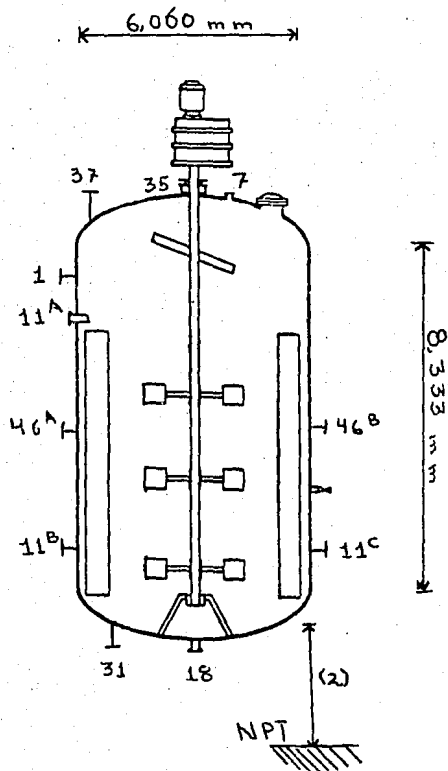
PESOS:	SIN INTERNOS	KG	INTERNOS	KG
	PALPA HIDROSTATICA	KG		
PESO EN OPERACION		KG		

### BOQUILLAS

No.	CANTIDAD	DIAM. NOMINAL	SERVICIO
1	1	508	Registro de hombre
7	1	76	Salida de Vapor
11 <sup>A</sup>	1	76	Alimentación de líquido
11 <sup>B</sup>	1	51	Alimentación de aire
11 <sup>C</sup>	1	76	Entrada de vapor
18	1	76	Salida del líquido
31	1	76	Drene
35	1	200	Conexión de servicio
37	1	38	Control de presión
46 <sup>A</sup> 46 <sup>B</sup>	2	51	Instrumentos de nivel

NOTAS GENERALES:

1. Las especificaciones del motor y agitador se encuentran definidas en la clave GC-207, Agitador del Fermentador.
2. En base al espacio requerido para accesorios y mantenimiento.





PLANTA	Productora de Etanol	CONTRATO No.	001	HOJA	DE
LOCALIZACION	Zapacapa, Pánuco, Veracruz	REQUISICION No.		FECHA	02-VI-93
CLAVE	EA-104	HECHA POR		APROBADA POR:	
No. DE UNIDADES	Una				

## CAMBIADOR DE CALOR

HOJA DE DATOS

SERVICIO POR UNIDAD	Pre calentador de Melazas - Nutrientes					
TAMANO	1,219 x B.030 mm	TIPO:	2-4	AFS	POSICION:	Horizontal
SUPERFICIE POR UNIDAD (GROESA, EFECTIVA)	667	pie <sup>2</sup>	ENVOLENTE POR UNIDAD		2	
SUPERFICIE POR ENVOLENTE (GROESA, EFECTIVA)	333.5	pie <sup>2</sup>	ARREGLO DE ENVOLENTE		2 - Serie	

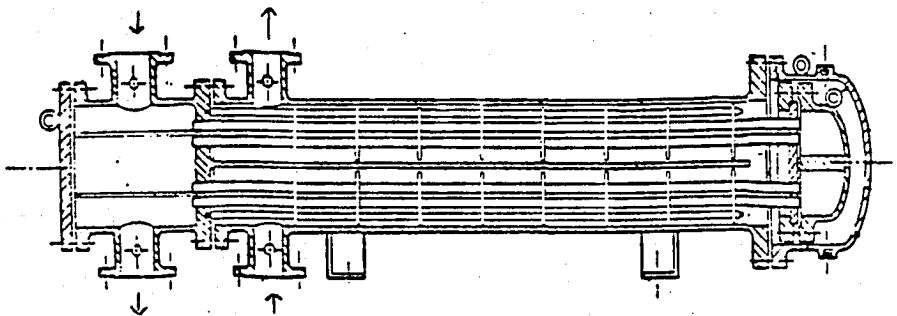
## CONDICIONES DE OPERACION POR UNIDAD

		LADO DEL ENVOLENTE		LADO DE LOS TUBOS	
		ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA
FLUIDO CIRCULADO		Melazas - Nutrientes		Melazas - Nutrientes	
FLUIDO TOTAL ENTRANDO	Kg/hr	44,316		44,316	
LIQUIDO		44,316	44,316	44,316	44,316
GRAVEDAD ESPECIFICA		1.42	1.46	1.47	1.42
CONDUCTIVIDAD TERMICA	Kcal/hr-m-C	0.86	0.86	0.80	0.80
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg-C	0.75	0.75	0.79	0.79
VISCOSIDAD	CP	1.40	1.40	1.60	1.60
PESO MOLECULAR	Kg/mol	99	99	99	99
VAPOR	Kg /hr				
CALOR LATENTE	Kcal/Kg-C				
CONDUCTIVIDAD TERMICA	Kcal/hr-m-C				
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg-C				
VISCOSIDAD	CP				
DENSIDAD	Kg/M <sup>3</sup>	1,420	1,460	1,470	1,420
TEMPERATURA	C	151	90	20	110
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup>	3.52	2.81	3.52	2.81
No. PASOS		2		4	
VELOCIDAD	M / SEG			0.32	
CAIDA DE PRESION	Kg/cm <sup>2</sup>	PERMITIDA: 0.70 CALCULADA: 0.40		PERMITIDA: 0.30 CALCULADA: 0.05	
FACTOR DE ENSUCIAMEN.	Hr-M <sup>2</sup> /Kcal	0.00061		0.00061	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	3,010,860		LMTD (CORREGIDA) C: 36.7	
COEFICIENTE DE TRANSF.	Kcal/hr-M <sup>2</sup> C	LIMPIO: 131.6		SERVICIO: 123	

## CONSTRUCCION POR ENVOLENTE

PRESION DE DISEÑO	Kg/cm <sup>2</sup> MAN	5.28	
TEMPERATURA DE DISEÑO	C	146.5	
MAMPARAS	ESPACIAMIENTO DE MAMPARAS:	700 mm	% DE CORTE: 70 FLUJO:
TUBOS	No.: 1467	D.E.(M): 0.019	BAG: 16 LONG.(M): 8.00 (cm)ARREGLO: 2.54 □
ENVOLENTE	D.I.(M):	1.22	
PESO ENVOLENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg):	HAZ DE TUBOS:		LLENO DE AGUA:

# DIBUJO DE LA UNIDAD



## NOTAS:

Diametro Baquilla en  
envolvente y tubos.  
254 mm

PLANTA	Productora de Etanol	CONTRATO No.	001	HOJA	EE
LOCALIZACION	Tlapacapa, Pánuco, Veracruz	REQUISICION No.		FECHA	02-VI-93
CLAVE	EA-107	HECHA POR		APROBADA POR.	
No. DE UNIDADES	Una				

## CAMBIADOR DE CALOR

HOJA DE DATOS

SERVICIO POR UNIDAD	Enfriador de melazas - Nutrientes				
TAMANO	4,515 x 7,424 mm	TIPO:	1-2 AES	POSICION:	Horizontal
SUPERFICIE POR UNIDAD (GRUESA, EFECTIVA)	905	pie <sup>2</sup> , m <sup>2</sup>	ENVOLVENTE POR UNIDAD	1	
SUPERFICIE POR ENVOLVENTE (GRUESA, EFECTIVA)	905	pie <sup>2</sup> , m <sup>2</sup>	ARREGLO DE ENVOLVENTES	1 - Serie.	

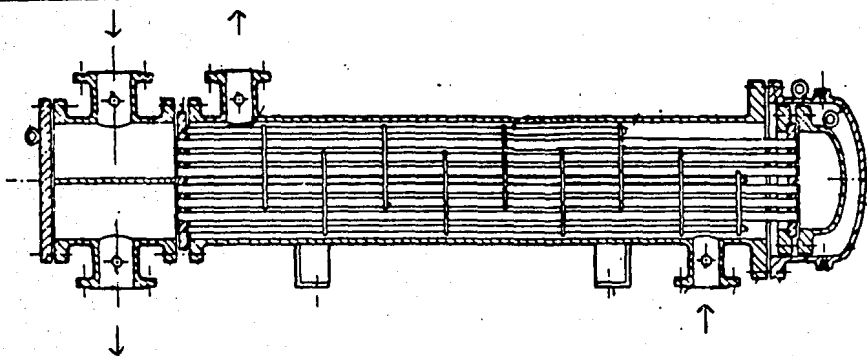
## CONDICIONES DE OPERACION POR UNIDAD

		LADO DEL ENVOLVENTE		LADO DE LOS TUBOS	
FLUIDO CIRCULADO		Melazas - Nutrientes		Agua	
FLUIDO TOTAL ENTRANDO	Kg/hr	44,316		112,626	
		ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA
LIQUIDO		44,316	44,316	112,626	112,626
GRAVEDAD ESPECIFICA		1.44	1.44	0.99	0.99
CONDUCTIVIDAD TERMICA	Kcal/hr-m-C	0.86	0.86	0.54	0.54
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg-C	0.65	0.65	0.99	0.99
VISCOSIDAD	CP	1.60	1.60	0.65	0.65
PESO MOLECULAR	Kg/mol	99	99	18	18
VAPOR	Kg /hr				
CALOR LATENTE	Kcal/Kg-C				
CONDUCTIVIDAD TERMICA	Kcal/hr-m-C				
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg-C				
VISCOSIDAD	CP				
DENSIDAD	Kg/M <sup>3</sup>	1,440	1,440	992	992
TEMPERATURA	C	90	40	25	40
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup>	2.81	2.10	3.5	2.8
No. PASOS		1		2	
VELOCIDAD	M / SEG			0.15	
CAIDA DE PRESION	Kg/cm <sup>2</sup>	PERMITIDA: 0.70	CALCULADA: 0.40	PERMITIDA: 0.70	CALCULADA: 0.01
FACTOR DE ENSUCIAMIENT.	Hr-M <sup>2</sup> /Kcal	0.00061		0.0011	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	4,689,420		LMTD (CORREGIDA) C: 24.1	
COEFICIENTE DE TRANSF.	Kcal/hr-M <sup>2</sup> C	LIMPIO: 81.3		SERVICIO: 77.5	

## CONSTRUCCION POR ENVOLVENTE

PRESION DE DISEÑO	Kg/cm <sup>2</sup> MAN	5.25	
TEMPERATURA DE DISEÑO	C	135	
MAMPARAS	ESPACIAMIENTO DE MAMPARAS:	650 mm	% DE CORTE: 35
TUBOS	No.: 2,180	D.E.(M): 0.019	BWG: 16
			LONG.(M): 7.31
ENVOLVENTE	D.I.(M):	1.45	(CM)ARREGLO: 2.54 <input type="checkbox"/>
PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg):		HAZ DE TUBOS:	LLENO DE AGUA:

# DIBUJO DE LA UNIDAD



NOTAS:

Diametro Baquilla en  
envolvente y tubos:  
2.54 m.m.

PLANTA	Productora de Etanol	CONTRATO No.	001	HOJA	DE
LOCALIZACION	Zapopan, Pánamo, Veracruz	REQUISICION No.		FECHA	02-VI-93
CLAVE	EA-206	HECHA POR		APROBADA POR:	
No. DE UNIDADES	Una				

## CAMBIADOR DE CALOR

HOJA DE DATOS

SERVICIO POR UNIDAD	Refrigerador del Fermentador				
TAMANO	606 x 4,877 mm	TIPO:	1 División - 1 AJW	POSICION:	Horizontal
SUPERFICIE POR UNIDAD (GROESA, EFECTIVA)	60.31	pie <sup>2</sup> .m <sup>2</sup>	ENVOLVENTE POR UNIDAD	1-Dividida	
SUPERFICIE POR ENVOLVENTE (GROESA, EFECTIVA)	30.10/30.10	pie <sup>2</sup> .m <sup>2</sup>	ARREGLO DE ENVOLVENTES	2-Paralela	

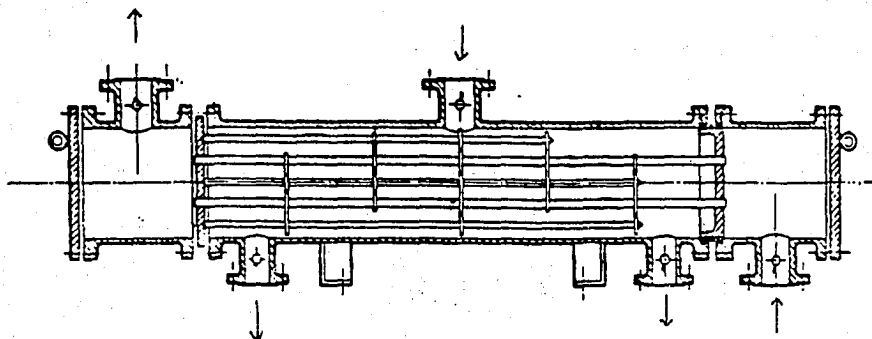
## CONDICIONES DE OPERACION POR UNIDAD

		LADO DEL ENVOLVENTE		LADO DE LOS TUBOS	
		ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA
FLUIDO CIRCULADO		Vapores de Fermentación		Agua-Etanol-Levaduras	
FLUIDO TOTAL ENTRANDO	Kg/hr	31,603		9,578	
LIQUIDO			15,801.50	4,578	
GRAVEDAD ESPECIFICA			0.90	0.96	
CONDUCTIVIDAD TERMICA	Kcal/hr-m-C		0.55	0.58	
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg-C		0.99	1.01	
VISCOSIDAD	CP		1.40	1.60	
PESO MOLECULAR	Kg/mol		52	37.9	
VAPOR	Kg /hr	31,603	15,801.50		9,578
CALOR LATENTE	Kcal/Kg-C				
CONDUCTIVIDAD TERMICA	Kcal/hr-m-C	2.25	2.25		0.52
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg-C	0.25	0.25		0.15
VISCOSIDAD	CP	0.0095	0.0095		0.0085
DENSIDAD	Kg/M <sup>3</sup>	1.17	1.17		1.16
TEMPERATURA	C	70	50	35	55
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup>	0.46	0.41	1.20	0.07
No. PASOS		1-Dividida		1	
VELOCIDAD	M / SEG			0.046	
CAIDA DE PRESION	Kg/cm <sup>2</sup>	PERMITIDA: 0.35	CALCULADA: 0.0003	PERMITIDA: 0.35	CALCULADA: 0.002
FACTOR DE ENSUCIAMEN.	Hr-M <sup>2</sup> C/Kcal			0.0004	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	5,171,666		LMTD (CORREGIDA) C:	40.20
COEFICIENTE DE TRANSF.	Kcal/hr-M <sup>2</sup> C		LIMPIO: 9,247	SERVICIO: 2,407	

## CONSTRUCCION POR ENVOLVENTE

PRESION DE DISEÑO	Kg/cm <sup>2</sup> MAN	1.8		
TEMPERATURA DE DISEÑO	C	105		
MANIFRANGAS	ESPACIAMIENTO DE MANIFRANGAS:	150	% DE CORTE: 35	FLUJO:
TUBOS	No.: 155	D.E.(M): 0.025	BAG: 16	LONG.(M): 4.87 (cm)ARREGLO: 254 <input type="checkbox"/>
ENVOLVENTE	D.I.(M):	0.54		
PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg):			HAZ DE TUBOS:	LLENO DE AGUA:

# DIBUJO DE LA UNIDAD



NOTAS:

Diametro Bequillas en  
envolvente y tubo:  
102 mm

PLANTA	Productora de Etanol	CONTRATO No.	001	HOJA	DE
LOCALIZACION	Zapotita, Pánuco, Veracruz	REQUISICION No.		FECHA	02-VI-93
CLAVE	EA-403	HECHA POR		APROBADA POR:	
No. DE UNIDADES	Una				

## CAMBIADOR DE CALOR

HOJA DE DATOS

SERVICIO POR UNIDAD	Prescalentador de la Corriente Agua-Etanol					
TAMÑO	1'000 x 7.424 mm	TIPO:	2-4	AES	POSICION:	Horizontal
SUPERFICIE POR UNIDAD (GRUESA, EFECTIVA)	351	pie <sup>2</sup> .	ARREGLO POR UNIDAD			2
SUPERFICIE POR ENVOLVENTE (GRUESA, EFECTIVA)	175	pie <sup>2</sup> .	ARREGLO DE ENVOLVENTES			2-Serie

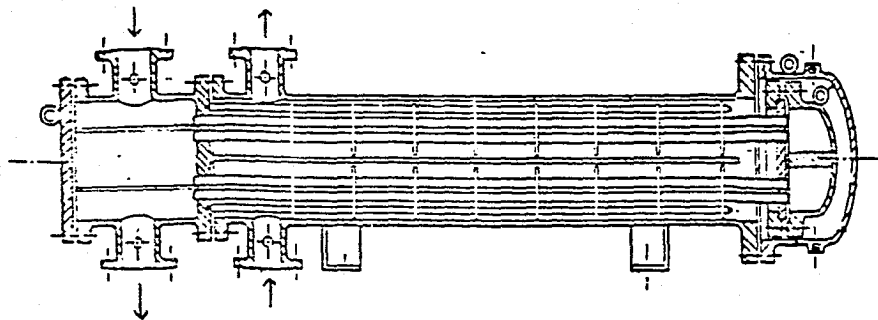
## CONDICIONES DE OPERACION POR UNIDAD

		LADO DEL ENVOLVENTE		LADO DE LOS TUBOS	
		ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA
FLUIDO CIRCULADO		Etanol al 95%		Etanol al 8%	
FLUIDO TOTAL ENTRANDO	Kg/Hr	10,551		10,530	
LIQUIDO		10,551	10,551	10,530	10,530
GRAVEDAD ESPECIFICA		0.78	0.78	0.81	0.81
CONDUCTIVIDAD TERMICA	Kcal/Hr-m-C	0.16	0.16	0.41	0.41
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg-C	0.58	0.58	0.95	0.95
VISCOSIDAD	CP	0.70	0.70	1.60	1.60
PESO MOLECULAR	Kg/mol	44.6	44.6	21.4	21.4
VAPOR	Xq /Hr				
CALOR LATENTE	Kcal/Kg-C				
CONDUCTIVIDAD TERMICA	Kcal/Hr-m-C				
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg-C				
VISCOSIDAD	CP				
DENSIDAD	Kg/M <sup>3</sup>	786	786	810	810
TEMPERATURA	C	76.5	40	30	57
PRESTION	Kg/cm <sup>2</sup>	1.3	0.95	2.3	1.95
No. PASOS		2		4	
VELOCIDAD	M / SEG			0.045	
CAIDA DE PRESTION	Kg/cm <sup>2</sup>	PERMITIDA: 0.35	CALCULADA: 0.06	PERMITIDA: 0.35	CALCULADA: 0.05
FACTOR DE ENSUCIAMEN.	Hr-M <sup>2</sup> C/Kcal	0.00061		0.000304	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/Hr	314,340		LMTD (CORREGIDA) C: 10.90	
COEFICIENTE DE TRANSF.	Kcal/Hr-M <sup>2</sup> C	LIMPIO: 85.94		SERVICIO: 81.60	

## CONSTRUCCION POR ENVOLVENTE

PRESTION DE DISEÑO	Kg/cm <sup>2</sup> MAN	3.45			
TEMPERATURA DE DISEÑO	C	120			
MAMPARAS		ESPACIAMIENTO DE MAMPARAS:	650	% DE CORTE:	7.0
TUBOS	No.: 840	D.E.(M):	0.019	BWG:	16
ENVOLVENTE		D.I.(M):	0.94	LONG.(M):	7.31
				(cm)ARREGLO:	2.54 <input type="checkbox"/>
PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg):		HAZ DE TUBOS:		LLENO DE AGUA:	

# DIBUJO DE LA UNIDAD



NOTAS:

Diametro Boquilla en  
envolvente y tubos:  
203 mm



PLANTA	Productora de Etanol	CONTRATO No.	001	HOJA	DE
LOCALIZACION	Zapotitlan, Pánuco, Veracruz	REQUISICION No.		FECHA	02-VI-93
CLAVE	EA-404	HECHA POR		APROBADA POR:	
No. DE UNIDADES	Una				

## CAMBIADOR DE CALOR

HOJA DE DATOS

SERVICIO POR UNIDAD	Calentador de la Corriente Agua-Etanol				
TAMANO	1,607 x 4,870 mm	TIPO:	2-4	AES	POSICION:
SUPERFICIE POR UNIDAD (GRUESA, EFECTIVA)	305	pie <sup>2</sup>	ENVOLVENTE POR UNIDAD		2
SUPERFICIE POR ENVOLVENTE (GRUESA, EFECTIVA)	453	pie <sup>2</sup>	ARREGLO DE ENVOLVENTES		2-Series

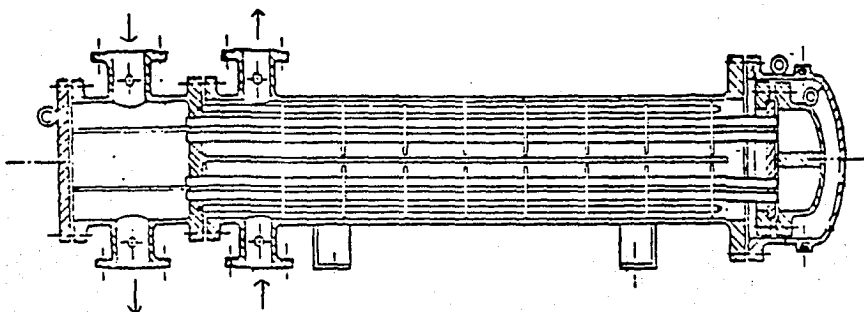
## CONDICIONES DE OPERACION POR UNIDAD

		LADO DEL ENVOLVENTE		LADO DE LOS TUBOS	
		ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA
FLUIDO CIRCULADO		Vinazas		Etanol Precaentado	
FLUIDO TOTAL ENTRANDO	Kg/hr	27,857		10,530	
LIQUIDO		27,857	27,857	10,530	10,530
GRAVEDAD ESPECIFICA		0.96	0.96	0.97	0.97
CONDUCTIVIDAD TERMICA	Kcal/hr-m-C	0.58	0.58	0.42	0.42
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg-C	0.99	0.99	0.58	0.58
VISCOSIDAD	CP	1.00	1.00	1.60	1.60
PESO MOLECULAR	Kg/mol	21.3	21.3	21.3	21.3
VAPOR	Kg /hr				
CALOR LATENTE	Kcal/Kg-C				
CONDUCTIVIDAD TERMICA	Kcal/hr-m-C				
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg-C				
VISCOSIDAD	CP				
DENSIDAD	Kg/M <sup>3</sup>	965	965	969	969
TEMPERATURA	C	106	77	56	85
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup>	1.2	0.85	1.95	1.60
No. PASOS		2		4	
VELOCIDAD	M / SEG			0.056	
CAIDA DE PRESION	Kg/cm <sup>2</sup>	PERMITIDA: 0.35	CALCULADA: 0.26	PERMITIDA: 0.35	CALCULADA: 0.017
FACTOR DE ENSUCIAMEN.	Hr-M <sup>2</sup> C/kcal	0.0057		0.0055	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	585,590		LMTD (CORREGIDA) C: 20.9	
COEFICIENTE DE TRANSF.	Kcal/hr-M <sup>2</sup> C	LIMPIO: 169		SERVICIO: 91.6	

## CONSTRUCCION POR ENVOLVENTE

PRESION DE DISEÑO	Kg/cm <sup>2</sup> MAN	2.92	
TEMPERATURA DE DISEÑO	C	159	
MAMPARAS	ESPACIAMIENTO DE MAMPARAS: 540		% DE CORTE: 70 FLUJO:
TUBOS	No.: 1,102	D.E.(M): 0.019	BAG: 16 LONG.(M): 4.87 (cm)ARREGLO: 2.54 <input type="checkbox"/>
ENVOLVENTE	D.I.(M): 1.06		
PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg):		HAZ DE TUBOS: LLENO DE AGUA:	

# DIBUJO DE LA UNIDAD



## NOTAS:

Diametro Bequillas en  
envolvente y tubos:  
25.4 mm.

PLANTA	Productora de Etanol	CONTRATO No.	001	HOJA	DE
LOCALIZACION	Zapopan, Jalisco, Veracruz	REQUISICION No.		FECHA	02-VI-93
CLAVE	FA-406	MECHA POR		APROBADA POR:	
No. DE UNIDADES	Una				

## CAMBIADOR DE CALOR

HOJA DE DATOS

SERVICIO POR UNIDAD	Condensador de la Torre de Etanol				
TAMANO	1,060 x 6,212 mm	TIPO:	2-Dividido: 1 CGS	POSICION:	Horizontal
SUPERFICIE POR UNIDAD (GRUESA, EFECTIVA)	304	pie <sup>2</sup> , m <sup>2</sup>	ENVOLUENTE POR UNIDAD	2-Dividido	
SUPERFICIE POR ENVOLUENTE (GRUESA, EFECTIVA)	766	pie <sup>2</sup> , m <sup>2</sup>	ARREGLO DE ENVOLUENTES	2-Serie - 2 Paralelo	

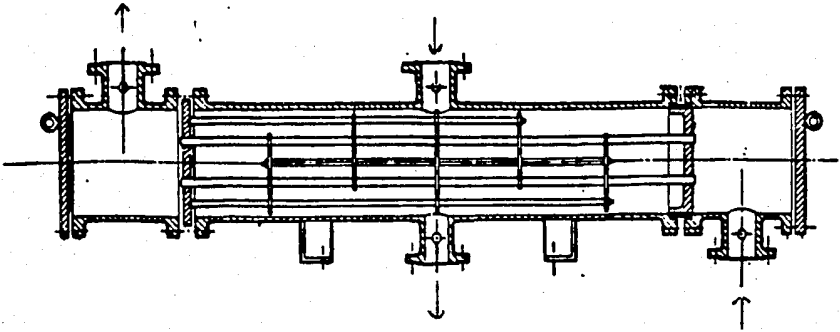
## CONDICIONES DE OPERACION POR UNIDAD

		LADO DEL ENVOLUENTE		LADO DE LOS TUBOS	
		ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA
FLUIDO CIRCULADO		Vapor Etanol 95%		Agua	
FLUIDO TOTAL ENTRANDO	Kg/hr	10,068		206,220	
LIQUIDO			10,068	206,220	206,220
GRAVEDAD ESPECIFICA			0.79	0.99	0.99
CONDUCTIVIDAD TERMICA	Kcal/hr-m-C		0.16	0.31	0.31
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg-C		0.58	0.99	0.99
VISCOSIDAD	CP		0.30	0.65	0.65
PESO MOLECULAR	Kg/mol		44.6	18	18
VAPOR	Kg /hr	10,068			
CALOR LATENTE	Kcal/Kg-C	204.2			
CONDUCTIVIDAD TERMICA	Kcal/hr-m-C	0.048			
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg-C	0.47			
VISCOSIDAD	CP	0.009			
DENSIDAD	Kg/M <sup>3</sup>	1.09	789	996	996
TEMPERATURA	C	77.2	76.5	25	35
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup>	1.035	1.033	3.5	3.45
No. PASOS		2-Dividido		1	
VELOCIDAD	M / SEG			0.486	
CAIDA DE PRESION	Kg/cm <sup>2</sup>	PERMITIDA: 0.35	CALCULADA: 0.31	PERMITIDA: 0.35	CALCULADA: 0.022
FACTOR DE ENSUCIAMEN.	Hr-M <sup>2</sup> C/Kcal	0.00061		0.0011	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	2,044,578		LMTD (CORREGIDA) C: 29.2	
COEFICIENTE DE TRANSF.	Kcal/hr-M <sup>2</sup> C	LIMPIO: 253		SERVICIO: 229	

## CONSTRUCCION POR ENVOLUENTE

PRESION DE DISEÑO	Kg/cm <sup>2</sup> MAN	5.25	
TEMPERATURA DE DISEÑO	C	116	
MAMPARAS	-----	ESPACIAMIENTO DE MAMPARAS: 1.200	% DE CORTE: 35 FLUJO:
TUBOS	No.: 608	D.E.(M): 0.025	BWG: 16 LONG.(M): 6.09 (CM) ARREGLO: 2.54 <input type="checkbox"/>
ENVOLUENTE		D.I.(M): 0.99	
PESO ENVOLUENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg):		HAZ DE TUBOS: LLENO DE AGUA:	

# DIBUJO DE LA UNIDAD



NOTAS:

Diametro Boquillas en  
envolvente y tubos:  
254 mm.

PLANTA	Productora de Etanol	CONTRATO No.	001	HOJA	DE
LOCALIZACION	Zapocotita, Pánuco, Veracruz	REQUISICION No.		FECHA	02-VI-93
CLAVE	EA-409	MECHA POR		APROBADA POR:	
No. DE UNIDADES	Una				

## CAMBIADOR DE CALOR

HOJA DE DATOS

SERVICIO POR UNIDAD	Rebecidor de la Torre de Etanol				
TAMANO	635 x 4,877 mm	TIPO:	1-División - 1 NJW	POSICION:	Horizontal
SUPERFICIE POR UNIDAD (GROESA, EFECTIVA)	93.4	pie <sup>2</sup> , m <sup>2</sup>	ENVOLUENTE POR UNIDAD 1-División		
SUPERFICIE POR ENVOLUENTE (GROESA, EFECTIVA)	467/46.7	pie <sup>2</sup> , m <sup>2</sup>	ARREGLO DE ENVOLUENTES 2-Paralelo		

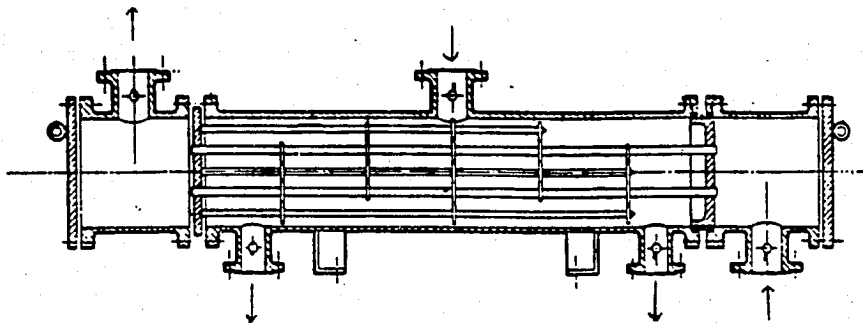
## CONDICIONES DE OPERACION POR UNIDAD

		LADO DEL ENVOLUENTE		LADO DE LOS TUBOS	
		ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA
FLUIDO CIRCULADO		Vapor de Agua		Vinazas	
FLUIDO TOTAL ENTRANDO	Kg/hr	15,704.5		15,082	
LIQUIDO			15,704.5	15,082	
GRAVEDAD ESPECIFICA			0.96	0.96	
CONDUCTIVIDAD TERMICA	Kcal/hr-m-C		0.58	0.58	
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg-C		1.02	0.99	
VISCOSIDAD	CP		0.20	1.00	
PESO MOLECULAR	Kg/mol		18	21.4	
VAPOR	Kg/hr	15,704.5			15,082
CALOR LATENTE	Kcal/Kg-C	517.8			539
CONDUCTIVIDAD TERMICA	Kcal/hr-m-C	0.023			0.022
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg-C	0.18			0.17
VISCOSIDAD	CP	0.014			0.013
DENSIDAD	Kg/M <sup>3</sup>	0.520	958	965	0.546
TEMPERATURA	C	132	132	106	106
PRESSION	Kg/cm <sup>2</sup>	4.2	3.85	1.20	1.19
No. PASOS		1-División		1	
VELOCIDAD	M / SEG			0.10	
CAIDA DE PRESSION	Kg/cm <sup>2</sup>	PERMITIDA: 0.35	CALCULADA: 0.003	PERMITIDA: 0.35	CALCULADA: 0.0012
FACTOR DE ENSUCIAMIENTO	Hr-M <sup>2</sup> C/Kcal	0.0023		0.0011	
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	8,131,790		LMTD (CORREGIDA) C: 119	
COEFICIENTE DE TRANSF.	Kcal/hr-M <sup>2</sup> C		LIMPIO: 805		SERVICIO: 731

## CONSTRUCCION POR ENVOLUENTE

PRESSION DE DISEÑO	Kg/cm <sup>2</sup> MAN	6.3	
TEMPERATURA DE DISEÑO	C	148	
NANPARAS		ESPACIAMIENTO DE NANPARAS: 950	% DE CORTE: 35 FLUJO:
TUBOS	No.: 240	D.E. (M): 0.025	BAR: 16 LONG. (M): 4.87 (cm) ARREGLO: 2.54 <input type="checkbox"/>
ENVOLUENTE		D.I. (M): 0.63	
PESO ENVOLUENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg):		HAZ DE TUBOS:	LLENO DE AGUA:

# DIBUJO DE LA UNIDAD



## NOTAS:

Diametro Boquilla en  
envolvente y tubos  
152 mm.

PLANTA	Productora de Etanol	CONTRATO No.	001	HOJA	DE
LOCALIZACION	Zapotita, Pánuco, Veracruz	REQUISICION No.		FECHA	02-VI-93
CLAVE	EA-413	HECHA POR		APROBADA POR:	
No. DE UNIDADES	Una				

## CAMBIADOR DE CALOR

HOJA DE DATOS

SERVICIO POR UNIDAD	Enfriador de Vapores Agua-Etanol				
TAMANO	606 x 1,220 mm	TIPO:	2-4	RES	POSICION: Horizontal
SUPERFICIE POR UNIDAD (GRUESA, EFECTIVA)	20	pie <sup>2</sup> , m <sup>2</sup>	ENVOLUENTE POR UNIDAD	2	
SUPERFICIE POR ENVOLUENTE (GRUESA, EFECTIVA)	40	pie <sup>2</sup> , m <sup>2</sup>	ARREGLO DE ENVOLUENTES	2-Serie	

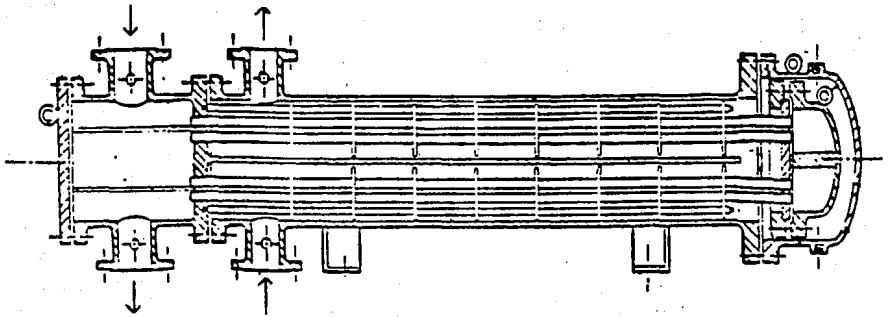
## CONDICIONES DE OPERACION POR UNIDAD

	LADO DEL ENVOLUENTE		LADO DE LOS TUBOS	
	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA
FLUIDO CIRCULADO	Vapores - Agua-Etanol		Agua-	
FLUIDO TOTAL ENTRANDO	Kg/hr	15,020	11,379	
LIQUIDO			11,379	11,379
GRAVEDAD ESPECIFICA			0.99	0.99
CONDUCTIVIDAD TERMICA	Kcal/hr-m-C		0.31	0.31
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg-C		0.99	0.99
VISCOSIDAD	CP		0.65	0.65
PESO MOLECULAR	Kg/mol		18	18
VAPOR	Kg /hr	15,020	15,020	
CALOR LATENTE	Kcal/Kg-C			
CONDUCTIVIDAD TERMICA	Kcal/hr-m-C	2.25	2.25	
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg-C	0.25	0.25	
VISCOSIDAD	CP	0.0085	0.0085	
DENSIDAD	Kg/M <sup>3</sup>	1.17	1.17	995
TEMPERATURA	C	70	40	25
PRESSION	Kg/cm <sup>2</sup>	1.033	1.030	3.5
No. PASOS		2		4
VELOCIDAD	M / SEG			0.31
CALDA DE PRESSION	Kg/cm <sup>2</sup>	PERMITIDA: 0.35	CALCULADA: 0.084	PERMITIDA: 0.70
FACTOR DE ENSUCIAMEN.	Hr-M <sup>2</sup> /Kcal			0.00061
CALOR TRANSFERIDO	Kcal/hr	816,500		LMTD (CORREGIDA) C: 23.4
COEFICIENTE DE TRANSF.	Kcal/hr-M <sup>2</sup> C		LIMPIO: 4,870	SERVICIO: 1,710

## CONSTRUCCION POR ENVOLUENTE

PRESSION DE DISEÑO	Kg/cm <sup>2</sup> -MAN		
TEMPERATURA DE DISEÑO	C	105	
MAMPARAS	-----	ESPACIAMIENTO DE MAMPARAS: 150	% DE CORTE: 70
TUBOS	No.: 212	D.E.(M): 0.025	BAG: 1.6
ENVOLUENTE		D.I.(M): 0.59	LONG.(M): 122
PESO ENVOLUENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg):		HAZ DE TUBOS:	LLENO DE AGUA:
			(cm)ARREGLO: 3.17

# DIBUJO DE LA UNIDAD



## NOTAS:

Diametro Bequilla en  
envolvente y tubos:  
152 mm.



PLANTA	Productora de Etanol	CONTRATO No.	001	HOJA	DE
LOCALIZACION	Zapotita, Pánuco, Veracruz	REQUISICION No.		FECHA	02-VI-93
CLAVE	EA-418	FECHA POR		APROBADA POR:	
No. DE UNIDADES	Una				

## CAMBIADOR DE CALOR

HOJA DE DATOS

SERVICIO POR UNIDAD	Enfriador de Vinazas					
TAMANO	1,332 x 6,232 mm	TIPO:	2-4	DFS	POSICION:	Horizontal
SUPERFICIE POR UNIDAD (GROESA, EFECTIVA)	554	pie <sup>2</sup> , m <sup>2</sup>	ENVOLVENTE POR UNIDAD	2		
SUPERFICIE POR ENVOLVENTE (GROESA, EFECTIVA)	277	pie <sup>2</sup> , m <sup>2</sup>	ARREGLO DE ENVOLVENTES	2-Series		

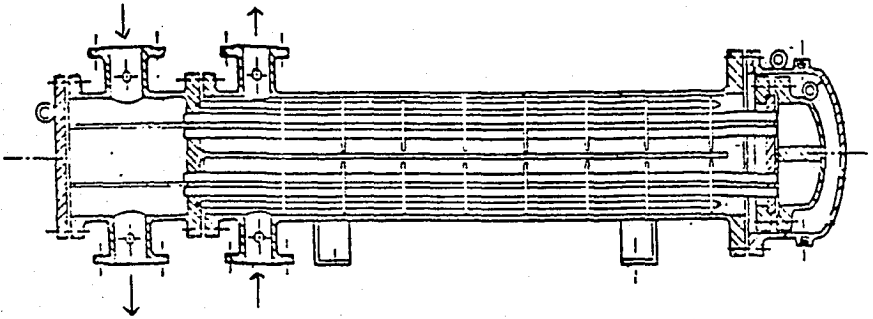
## CONDICIONES DE OPERACION POR UNIDAD

	LADO DEL ENVOLVENTE		LADO DE LOS TUBOS	
	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA
FLUIDO CIRCULADO	Vinazas		Agua	
FLUIDO TOTAL ENTRANDO	7,766		45,756	
LIQUIDO	7,766	7,766	45,756	45,756
GRAVEDAD ESPECIFICA	0.96	0.96	0.99	0.99
CONDUCTIVIDAD TERMICA	0.58	0.58	0.54	0.54
CALOR ESPECIFICO	0.99	0.99	0.99	0.99
VISCOSIDAD	1.00	1.00	0.65	0.65
PESO MOLECULAR	21.3	21.3	18	18
VAPOR				
CALOR LATENTE				
CONDUCTIVIDAD TERMICA				
CALOR ESPECIFICO				
VISCOSIDAD				
DENSIDAD	980	980	992	992
TEMPERATURA	77	37	25	40
PRESSION	2.12	1.77	3.5	3.15
No. PASOS	2		4	
VELOCIDAD			0.11	
CAIDA DE PRESSION	PERMITIDA: 0.35	CALCULADA: 0.01	PERMITIDA: 0.35	CALCULADA: 0.044
FACTOR DE ENSUCIAMIENT.	0.0004		0.0006	
CALOR TRANSFERIDO	310,311		LMTD (CORREGIDA): C: 21.1	
COEFICIENTE DE TRANSF.			LIMPIO: 29.6	SERVICIO: 26.9

## CONSTRUCCION POR ENVOLVENTE

PRESSION DE DISEÑO	Kg/cm <sup>2</sup> MAN	5.25	
TEMPERATURA DE DISEÑO	C	115	
MANPARAS	ESPACIAMIENTO DE MANPARAS: 650		% DE CORTE: 70 FLUJO:
TUBOS	No.: 1,200	D.E.(M): 0.025	BWG: 16 LONG.(M): 6.09 (cm) ARREGLO: 3.17 □
ENVOLVENTE	D.I.(M): 1.37		
PESO ENVOLVENTE Y HAZ DE TUBOS (Kg):	HAZ DE TUBOS:		LLENO DE AGUA:

# DIBUJO DE LA UNIDAD



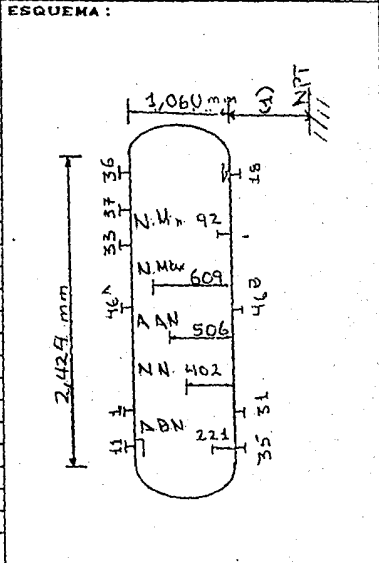
NOTAS:

Diametro Boquilla en  
envolvente y tubos  
254 mm.

HOJA DE DATOS DE  
PROCESO PARA RECIPIENTES

CLIENTE <i>U.N.A.M. Facultad de Química</i>	PROYECTO No <i>001</i>
PLANTA <i>Productora de Etanol</i>	HOJA: DE:
LOCALIZACION <i>Zapotitlán, Príncipe, Ver.</i>	REQ./O C. No
CLAVE DEL EQUIPO <i>FA-105</i>	No UNIDADES: <i>Una</i>
SERVICIO <i>Tanque de Esterilización</i>	POSICION: VERTICAL HORIZONTAL
TIPO DE FLUIDO: <i>Liq Melazas - Nul</i>	FLUJO <i>8.55</i> LPM, DENS <i>1.419/cm³</i>
VAP O GAS	FLUJO <i>m³/S, DENS g/cm³</i>
TEMP OPERACION <i>131 °C; MAX 163.7 °C; DISEÑO 179.6 °C</i>	
Pop <i>4</i> Kg/cm²man; MAX <i>5</i> Kg/cm²man; DIS <i>7.4</i> Kg/cm²man	
DIMENSIONES: LONG T. <i>2,424</i> mm; DIAM <i>1,060</i> mm; CAP. TOT. <i>1,799,000</i> l	
NIVEL: NORMAL <i>402</i> mm; MAX <i>609</i> mm; MIN <i>91.4</i> mm	
ALARMA ALTO NIVEL <i>506</i> mm; BAJO NIVEL <i>221</i> mm; PARO	
MATERIALES: CASCARON <i>SA-240</i> CABEZAS <i>SA-304</i> MALLA SEP	
ESPESOR MALLA SEP	mm
TIPO: CIRCULAR DIAM	mm; RECTANGULAR LONG
CORROSION PERM: CASCARON	mm; CABEZAS
AISLAMIENTO <input checked="" type="checkbox"/> NO; RECUBRIMIENTO INTERNO SI NO	

BOQUILLAS			
No	CANT.	DIAM. NOM.	SERVICIO
1	1	508	Registro hombre
11	1	76	Alimentación
12	1	76	Salida
31	1	51	Drone
33	1	25	Valv Seguridad
35	1	38	Conex. Servista
36	1	25	Vertice
37	1	25	Control Presión
46A	2	58	Instrumentas nivel



NOTAS

1- Es base al NPSH requerido de la bomba.

REVISION				
FECHA	<i>02-VI-93</i>			
ELAB. POR				
APRO. POR				

HOJA DE DATOS DE  
PROCESO PARA RECIPIENTES

CLIENTE Facultad de Química UNAM PROYECTO No 001  
 PLANTA Productora de Etanol HOJA: DE:  
 LOCALIZACION Zapopan Jalisco, Ver. REQ./O C. No  
 CLAVE DEL EQUIPO FA-201 No UNIDADES: Una

SERVICIO Tanque de Retención de Melazas Nutri POSICION: VERTICAL HORIZONTAL  
 TIPO DE FLUIDO: LIQ Melazas-Nutrientes FLUJO 527.46 LPM, DENS. 1.44 g/cm<sup>3</sup>  
 VAP O GAS FLUJO m<sup>3</sup>/S, DENS g/cm<sup>3</sup>

TEMP OPERACION 40 °C; MAX 50 °C; DISEÑO 63 °C  
 Pop 1.033 (1) Kg/cm<sup>2</sup> man; MAX 1.287 Kg/cm<sup>2</sup> man; DIS 3.138 Kg/cm<sup>2</sup> man

DIMENSIONES: LONG T. T 6,060 mm; DIAM 1982 mm; CAP. TOT. 18340 l  
 NIVEL: NORMAL 1086 (2) mm; MAX 1675 mm; MIN 204 (3) mm

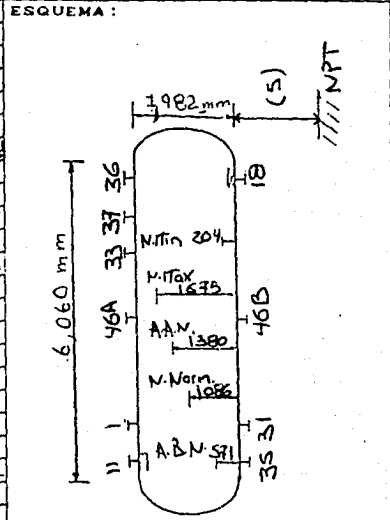
ALARMA ALTO NIVEL 1280 mm; BAJO NIVEL 571 mm; PARO mm  
 MATERIALES: CASCARON SA-240 CABEZAS SA-304(4) MALLA SEP

ESPOSOR MALLA SEP mm

TIPO: CIRCULAR DIAM mm; RECTANGULAR LONG mm; ANCHO mm  
 CORROSION PERM: CASCARON 1.6 mm; CABEZAS 1.6 mm

AISLAMIENTO SI NO, RECUBRIMIENTO INTERNO SI NO

BOQUILLAS			
No	CANT.	DIAM. NOM.	SERVICIO
1	1	508	Registro Hombre
11	1	102	Alimentación
18	1	102	Salida Melazas
31	1	76	Drene
33	1	38	Valvula de Seguridad
35	1	51	Conexión de Serv.
36	1	38	Venteo
37	1	38	Control de Presión
46	2	51	Inst. de Nivel Indicador de Temp



- NOTAS
- (1) Presión atmosférica 1.033 kg/cm<sup>2</sup>
  - (2) Tiempo de residencia entre nivel máx y mín. es 30.3 min
  - (3) Incluye 102 mm del rompedor de ventoso.
  - (4) Prueba Charpy
  - (5) En base al M.P.S.H. disponible de la bomba

REVISION	1		
FECHA	02-VI-93		
ELAB. POR			
APRO. POR			

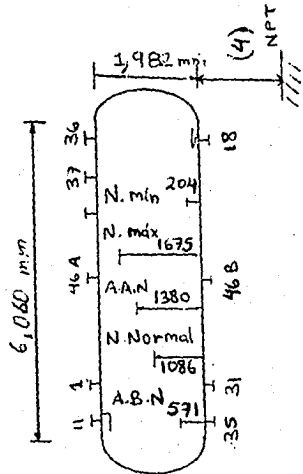
HOJA DE DATOS DE  
PROCESO PARA RECIPIENTES

CLIENTE Facultad de Quim.ca, UNAM	PROYECTO No
PLANTA Productora de etanol	HOJA: DE:
LOCALIZACION Zapotita, Pánuco, Ver.	REQ. / O C. No
CLAVE DEL EQUIPO FA-301	No UNIDADES:
SERVICIO Tanque de retención de fermentado	POSICION: VERTICAL HORIZONTAL
TIPO DE FLUIDO: LIQ Etanol ac. 2%	FLUJO 756 LPM, DENS 1.0 g/cm <sup>3</sup>
VAP O GAS	FLUJO m <sup>3</sup> /S, DENS g/cm <sup>3</sup>
TEMP OPERACION 35 °C; MAX 44 °C; DISEÑO 58 °C	
Pop 1.03 (1) Kg/cm <sup>2</sup> man; MAX 1.28 Kg/cm <sup>2</sup> man; DIS 3.14 Kg/cm <sup>2</sup> man	
DIMENSIONES: LONG T. T. 6,060 mm; DIAM 1,982 mm; CAP. TOT. 18,340 li	
NIVEL: NORMAL 1,086 (2) mm; MAX 1,675 mm; MIN (3) 204 mm	
ALARMA ALTO NIVEL 1,380 mm; BAJO NIVEL 571 mm; PARGO mm	
MATERIALES: CASCARON SA-36 CABEZAS SA-36 MALLA SEP	
ESPESOR MALLA SEP mm	
TIPO: CIRCULAR DIAM mm; RECTANGULAR LONG mm; ANCHO mm	
CORROSION PERM: CASCARON 3 mm; CABEZAS 3 mm	
AISLAMIENTO SI NO <input checked="" type="checkbox"/> RECURRIMIENTO INTERNO SI NO <input checked="" type="checkbox"/>	

BOQUILLAS

No	CANT.	DIAM. NOM.	SERVICIO
1	1	508	Registro-Hombre
11	1	102	Alimentación Líquida
18	1	102	Salida de Líquido
31	1	76	Drenaje
35	1	51	Conexión de servicio
36	1	38	Venteo
37	1	38	Control de presión
46	2	51	Instrumentos nivel

ESQUEMA:



NOTAS

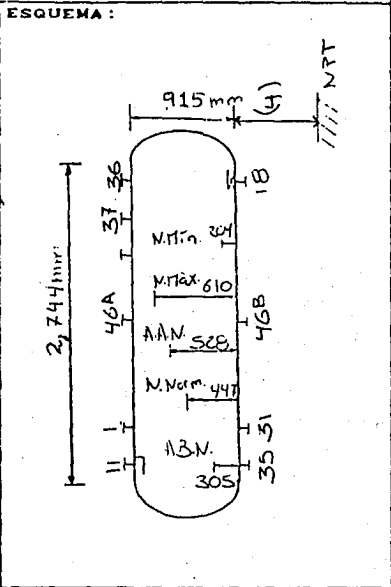
- 1.- Presión atmosférica de 1.033 Kg/Cm<sup>2</sup>
- 2.- Tiempo de residencia de 20.56 Min. Entre los niveles máximo y mínimo.
- 3.- Incluye 102 mm de rompetor de vórtice
- 4.- En brida al NPSH disponible de la bomba.

REVISION	1			
FECHA	02-VI-93			
ELAB. POR				
APRO. POR				

**HOJA DE DATOS DE  
PROCESO PARA RECIPIENTES**

CLIENTE Facultad de Química UNAM	PROYECTO No 001
PLANTA Productora de Etanol	HOJA: DE:
LOCALIZACION Zaprapita Pánuco, Ver.	REQ./O.C. No
CLAVE DEL EQUIPO FA-304	No UNIDADES: Una
SERVICIO Tanque de Retención de Levaduras	POSICION: VERTICAL <input checked="" type="checkbox"/> HORIZONTAL <input type="checkbox"/>
TIPO DE FLUIDO: LIQ Levaduras	FLUJO 51.54 LPM, DENS 1.09 g/cm³
VAP O GAS	FLUJO m³/S, DENS g/cm³
TEMP OPERACION 35 °C; MAX 43 °C	°C; DISEÑO 57 °C
Pop 1.03 (1) Kg/cm² man; MAX 1.287 Kg/cm² man; DIS 3.138 Kg/cm² man	
DIMENSIONES: LONG T.T 2744 mm; DIAM 915 mm; CAP. TOT. 1804 l	
NIVEL: NORMAL 447 (2) mm; MAX 610 mm; MIN 204 mm	
ALARMA ALTO NIVEL 528 mm; BAJO NIVEL 305 mm; PARO mm	
MATERIALES: CASCARON SA-36 CABEZAS SA-36 MALLA SEP	
ESPESOR MALLA SEP mm	
TIPO: CIRCULAR DIAM mm; RECTANGULAR LONG mm; ANCHO mm	
CORROSION PERM: CASCARON 3 mm; CABEZAS 3 mm	
AISLAMIENTO SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> RECUBRIMIENTO INTERNO SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	

BOQUILLAS			
No	CANT.	DIAM. NOM.	SERVICIO
1	1	SOB	Registro Nombre
11	1	76	Aliment. Liq.
18	1	76	Salida Liq.
31	1	51	Dreñe
35	1	38	Conexión Selv.
36	1	25	Ventilador
37	1	25	Control Presión
46	2	38	Inst. de Nivel



- NOTAS**
- 1.- Presión atmosférica de 1.033 Kg/cm²
  - 2.- Tiempo de residencia de 18.96 min entre nivel máx y mín.
  - 3.- Incluye 102 mm del compo de Vórtice
  - 4.- En base al WPSH disp de la bomba

REVISIÓN	1								
FECHA	02-VI-93								
ELAB. POR									
APRO. POR									

HOJA DE DATOS DE  
PROCESO PARA RECIPIENTES

CLIENTE Facultad de Química, UNAM. PROYECTO No 001  
 PLANTA Productora de etanol HOJA: DE:  
 LOCALIZACION Zapapitá, Pánuco, Ver. REQ. / O C. No  
 CLAVE DEL EQUIPO FA-401 No UNIDADES: Una

SERVICIO Tanque de retención de etanol. POSICION: VERTICAL HORIZONTAL

TIPO DE FLUIDO: LÍQ Etanol qc. 8% FLUJO 177 LPM, DENS. 774 g/cm<sup>3</sup>  
 VAP O GAS FLUJO m<sup>3</sup>/S, DENS g/cm<sup>3</sup>

TEMP OPERACION 35 °C; MAX 44 °C; DISEÑO 58 °C

Pop 1.033 (1) kg/cm<sup>2</sup> man; MAX 1.28 Kg/cm<sup>2</sup> man; DIS 4.27 Kg/cm<sup>2</sup> man

DIMENSIONES: LONG T.T 3,658 mm; DIAM 1220 mm; CAP. TOT. 3,140 l

NIVEL: NORMAL 631 (2) mm; MAX 915 mm; MIN 204 (3) mm;

ALARMA ALTO NIVEL 773 mm; BAJO NIVEL 382 mm; PARO mm;

MATERIALES: CASCARON SA-36 CABEZAS SA-36 MALLA SEP

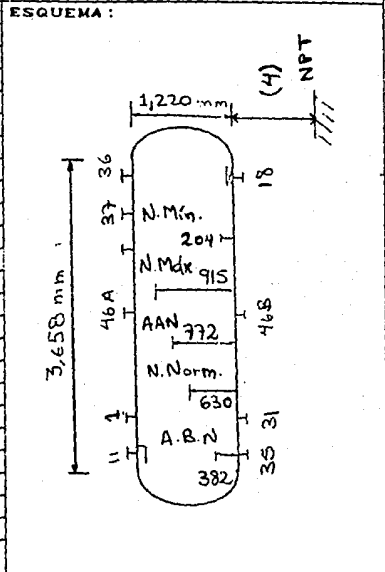
ESPESOR MALLA SEP mm.

TIPO: CIRCULAR DIAM mm; RECTANGULAR LONG mm; ANCHO mm;

CORROSION PERM: CASCARON 3 mm; CABEZAS 3 mm

AISLAMIENTO SI NO  RECUBRIMIENTO INTERNO SI NO

BOQUILLAS			SERVICIO
No	CANT.	DIAM. NOM.	
1	1	508	Registro - hombre
11	1	76	Alimentación líquido
18	1	76	Salida del líquido
31	1	51	Drene
35	1	38	Conexión de Servicio
36	1	25	Venteo
37	1	25	Control de presión
46AB	2	38	Instrumentos - nivel



NOTAS

- 1.- Presión atmosférica, 1.033 kg/cm<sup>2</sup>
- 2.- Tiempo de residencia de 18 min. entre los niveles máximo y mínimo
- 3.- Incluye 102 mm de rompedor de vórtice
- 4.- En base al NPSH disponible de la bomba.

REVISION	1		
FECHA	02-VI-93		
ELAB. POR			
APRO. POR			

HOJA DE DATOS DE  
PROCESO PARA RECIPIENTES

CLIENTE Facultad de Química, UNAM  
 PLANTA Productora de Etanol  
 LOCALIZACION Zapopita, Pinar del Rio, Ver.  
 CLAVE DEL EQUIPO FA-407 No UNIDADES: Una

PROYECTO No 001  
 HOJA: DE:

REQ. / O C. No

SERVICIO Tanque de Retención de Destilado POSICION: VERTICAL HORIZONTAL

TIPO DE FLUIDO: LIQ Etanol FLUJO 462.91 LPM, DENS. 786 g/cm<sup>3</sup>  
 VAP O GAS FLUJO m<sup>3</sup>/S, DENS g/cm<sup>3</sup>

TEMP OPERACION 76 °C; MAX 95 °C; DISEÑO 109 °C

Pop 1.033 (1) Kg/cm<sup>2</sup> man; MAX 1.287 Kg/cm<sup>2</sup> man; DIS 3.138 Kg/cm<sup>2</sup> man

DIMENSIONES: LONG T.T 5,151 mm; DIAM 1677 mm; CAP. TOT. 11,110 Lt

NIVEL: NORMAL 904 mm; MAX 2137 mm; MIN 204 (3) mm

ALARMA ALTO NIVEL 1138 mm; BAJO NIVEL 496 mm; PARGO mm

MATERIALES: CASCARON SA-36 CABEZAS (4) SA-36 MALLA SEP

ESPESOR MALLA SEP mm

TIPO: CIRCULAR DIAM mm; RECTANGULAR LONG mm; ANCHO mm

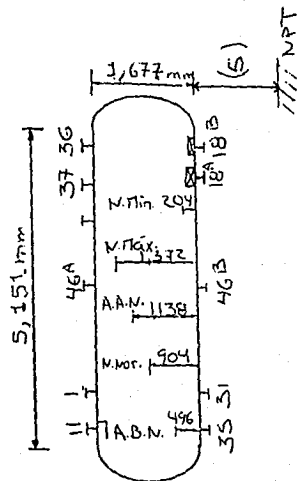
CORROSION PERM: CASCARON 3 mm; CABEZAS 3 mm

AISLAMIENTO SI NO / RECUBRIMIENTO INTERNO SI NO /

BOQUILLAS

No	CANT.	DIAM. NOM.	SERVICIO
1	1	508	Registro Hombre
11	1	102	Aliment. Liq.
18	2	102	Sal. de Liq.
31	1	76	Drene
35	1	51	Conexion Serv.
36	1	38	Venteo
37	1	38	Control de Presion
46	2	51	Inst. de Nivel

ESQUEMA:



NOTAS

- 1.- Presión atmosférica
- 2.- Tiempo de residencia entre nivel máx y mín de 19.3 min
- 3.- Incluye 102 mm del computador de vertice
- 4.- Prueba Charpy
- 5.- En base al NESH disponible de la bomba

REVISION	1			
FECHA	02-VI-93			
ELAB. POR				
APRO. POR				



HOJA DE DATOS DE PROCESO PARA RECIPIENTES

CLIENTE Facultad de Química, UNAM.	PROYECTO No 001
PLANTA Producción de Etanol	HOJA: DE:
LOCALIZACION Zapotita, Pánuco, Ver.	REQ. / O C. No
CLAVE DEL EQUIPO FA-411	No UNIDADES: Una
SERVICIO Primer Separador de Lq. para dest.	POSICION: VERTICAL/HORIZONTAL
TIPO DE FLUIDO: LIQ Etanol ac. 42%	FLUJO 255 LPM, DENS. 94 g/cm³
VAP O GAS CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, Etanol	FLUJO 6.23 m³/S, DENS. 0.007 g/cm³
TEMP OPERACION 50 °C; MAX. 63 °C; DISEÑO 76 °C	
POP(1) 0.46 Kg/cm² man; MAX 0.57 Kg/cm² man; DIS 2.56 Kg/cm² man	
DIMENSIONES: LONG T.T 6,060 mm; DIAM 1982 mm; CAP. TOT. 13,322 lt	
NIVEL: NORMAL 2,612 mm; MAX(2) 4,184 mm; MIN 254 mm	
ALARMA ALTO NIVEL 3,398 mm; BAJO NIVEL 1,236 mm; PARGO mm	
MATERIALES: CASCARON SA-36 CABEZAS SA-36 MALLA SEP SA-240	
ESPESOR MALLA SEP 152 mm	
TIPO: CIRCULAR DIAM 1156 mm; RECTANGULAR LONG mm; ANCHO mm	
CORROSION PERM: CASCARON 3 mm; CABEZAS 3 mm	
AISLAMIENTO SI NO / RECUBRIMIENTO INTERNO SI NO /	

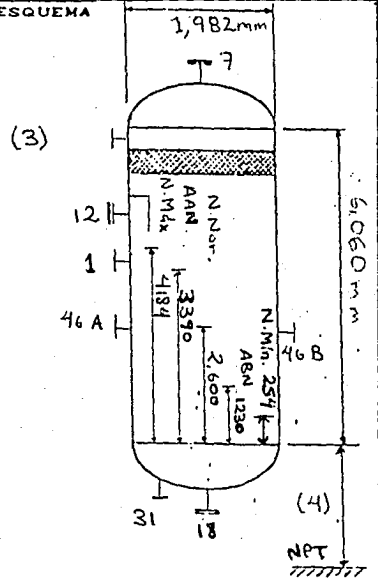
BOQUILLAS

No	CANT.	DIAM. NOM.	SERVICIO
1	1	508	Registro Hombre
7	1	203	Salida vapor
12	1	305	Alimentación
18	1	203	Salida líquido
31	1	76	Dreaje
46A/B	2	51	Distintores nivel

NOTAS

- 1.- Presión atmosférica 1.033 kg/cm²
- 2.- Tiempo de residencia de 48 minutos entre los niveles máximo y mínimo
- 3.- Acotaciones en mm.
- 4.- En base al NPSH disponible de la bomba.

ESQUEMA



REVISION	1		
FECHA	2-VI-93		
ELAB. POR			
APRO. POR			

**HOJA DE DATOS DE  
PROCESO PARA RECIPIENTES**

CLIENTE Facultad de Química, UNAM PROYECTO No 001  
 PLANTA Productora de Etanol HOJA: DE:  
 LOCALIZACION Zapocotitlán, Ver. REG. / O C. No

CLAVE DEL EQUIPO FA-414 No UNIDADES: Una

SERVICIO Segunda Separador de Liq para Dest. POSICION: VERTICAL / HORIZONTAL

TIPO DE FLUIDO: LIQ Etanol FLUJO 43.68 LPM, DENS 0.970 g/cm<sup>3</sup>  
 VAP O GAS CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O FLUJO m<sup>3</sup> / S, DENS 0.001 kg/cm<sup>3</sup>

TEMP OPERACION 40 °C; MAX 50 °C; DISEÑO 63.8 °C

Pop 1.033 Kg/cm<sup>2</sup> man; MAX 1.297 Kg/cm<sup>2</sup> man; DIS 3.138 Kg/cm<sup>2</sup> man;

DIMENSIONES: LONG T.T 3657 mm; DIAM. 1219 mm; CAP. TOT. 4267 lt

NIVEL: NORMAL 1017 mm; MAX 1526 mm; MIN 254 mm;

ALARMA ALTO NIVEL 1271 mm; BAJO NIVEL 572 mm; PARO mm

MATERIALES: CASCARON SA-36 CABEZAS SA-36 MALLA SEP SA-240

ESPOSOR MALLA SEP 152 mm.

TIPO: CIRCULAR DIAM 711 mm; RECTANGULAR LONG mm; ANCHO mm;

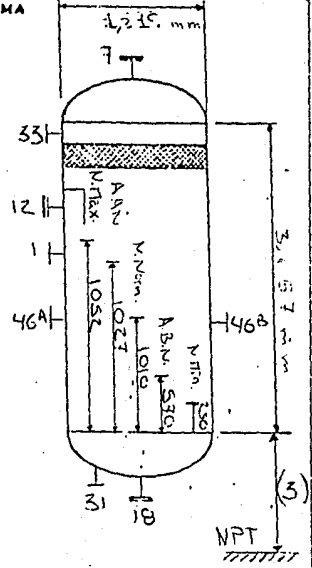
CORROSION PERM: CASCARON 3 mm; CABEZAS 3 mm

AISLAMIENTO SI NO RECUBRIMIENTO INTERNO SI NO

**BOQUILLAS**

No	CANT.	DIAM. NOM.	SERVICIO
1	1	508	Registro Hombre
7	1	203	Succión de Vapor
12	1	305	Alimentación
18	1	203	Salida de Liq.
31	1	76	Drene
33	1	38	Valv. de Seg.
35	1	51	Comp. de Nivel
46	2	51	Inst. de Nivel

**ESQUEMA**



**NOTAS**

- 1.- Tiempo de residencia entre nivel máximo 34 min
- 2.- Aclaraciones en mm
- 3.- En base al NPSH disponible de la bomba

REVISION	1
FECHA	02-VI-93
ELAB. POR	
APRO. POR	

HOJA DE DATOS DE  
PROCESO PARA RECIPIENTES

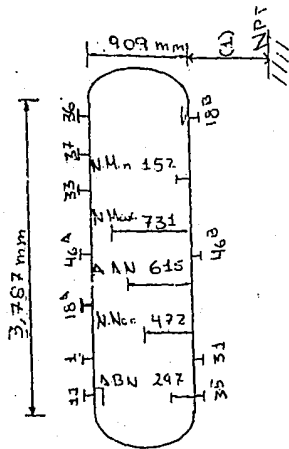
CLIENTE U.N.A.M., Facultad de Química PROYECTO No 001  
 PLANTA Productora de etanol HOJA: DE:  
 LOCALIZACION Zapopita, Pánuco, Ver. REQ./O C: No  
 CLAVE DEL EQUIPO FN-501 No UNIDADES: Uno

SERVICIO Lavado de Almacenamiento de destilado POSICION: VERTICAL HORIZONTAL  
 TIPO DE FLUIDO: LIQ Etanol FLUJO 22.8 LPM, DENS 0.9509/cm<sup>3</sup>  
 VAP O GAS Etanol-Agua FLUJO 1.4 m<sup>3</sup>/S, DENS 0.0089/cm<sup>3</sup>  
 TEMP OPERACION 100 °C; MAX 150 °C; DISEÑO 175 °C  
 Pop 5.5 Kg/cm<sup>2</sup>man; MAX 8.25 Kg/cm<sup>2</sup>man; DIS 9.62 Kg/cm<sup>2</sup>man  
 DIMENSIONES: LONG T.T 3,787 mm; DIAM 909 mm; CAP. TOT. 2,350 l  
 NIVEL: NORMAL 472 mm; MAX 731 mm; MIN 152 mm  
 ALARMA ALTO NIVEL 615 mm; BAJO NIVEL 247 mm; PARO mm  
 MATERIALES: CASCARON SA-36 CABEZAS SA-36 MALLA SEP  
 ESPESOR MALLA SEP mm  
 TIPO: CIRCULAR DIAM mm; RECTANGULAR LONG mm; ANCHO mm  
 CORROSION PERM: CASCARON 3.0 mm; CABEZAS 3.0 mm  
 AISLAMIENTO SI NO; RECUBRIMIENTO INTERNO SI NO

BOQUILLAS

No	CANT.	DIAM. NOM.	SERVICIO
1	1	508	Registro bomba
11	1	76	Alimentación
18A	2	76	Salida
31	1	51	Drena
33	1	25	Valv Seguridad
35	1	38	Comez Servicio
36	1	25	Ventosa
37	1	25	Control presión
46A	2	38	Instrumentos de nivel

ESQUEMA:



NOTAS:

1: En base al NPSH requerido de la bomba

REVISION				
FECHA	02-VI-93			
ELAB. POR				
APRO. POR				

# HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL PROCESO PARA EL EQUIPO DE BOMBEO

PROCESO DESARROLLADO POR		PLANTA Productora de Etanol
REVISADO POR		ESPEC. MUN. GA-103A/B
FECHA 02-VI-93		PORTADA NUM
<b>GENERALES</b>		
SERVICIO		Bomba de Succ. de Terceles
NUM NECESARIO DE BOMBAS	EN USO REGULAR	Una
	COMO RESERVA	Una
<b>NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA</b>		
FLUIDO BOMBEADO		Melazas-Nutrientes
CLASE DE FLUIDO	CORROSIVO O NO CORROSIVO	Corrosivo
	COMPUESTOS CORROSIVOS	Salas de Sulfato y Manganeso
	SOLIDOS (CUALQUIERA)	No Sólidos
GASTO BOMBEADO	m <sup>3</sup> /hr A 15 °C Y 1 ATM	30.26
DENSIDAD A 15 °C Y 1 ATM	Kg/m <sup>3</sup>	1440
TEMPERATURA DE BOMBEO	°C	20
VISCOSIDAD, CENTIPOISES A LA TEMPERATURA DE BOMBEO		5.2
<b>CONDICIONES EN LA SUCCION (BOMBA)</b>		
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup> (ABS O MAN)	1.96
PRESION DE VAPOR A LA TEMPERATURA DE BOMBEO (ABS O MAN)		0.022
DENSIDAD A LA TEMPERATURA DE BOMBEO Y PRESION DE SUCCION		1440
CARGA NETA POSITIVA ARRIBA DE PRESION DE VAPOR (METROS)		7.67
<b>CONDICIONES EN LA DESCARGA (BOMBA)</b>		
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup> (ABS O MAN)	4.4
DENSIDAD A LA TEMPERATURA DE BOMBEO Y PRESION DE SUCCION		1440
CAPACIDAD A LAS CONDICIONES DE DESCARGA		
<b>CONDICIONES DE DISEÑO</b>		
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup>	6.6
DIFERENCIAL	METROS	
CABALLOS POTENCIA DEL LIQUIDO		30.5
TEMPERATURA MAXIMA	°C	30
PRESION MAXIMA DE SUCCION	Kg/cm <sup>2</sup>	2.35
ΔP MAXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm <sup>2</sup>	2.44
DIFERENCIA DE CABEZA	METROS	17.1
NPSH DISPONIBLE	METROS	7.67
POTENCIA HIDRAULICA	HP	2.2
<b>OBSERVACIONES</b>		
(NECESIDADES ESPECIALES DE BOMBAS O MOTORES, ETC)		El diámetro sugerido por el fabricante debe ser flexible en un momento de dos diám. nom.
TIPO RECOMENDADO DE BOMBA		
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO		Eléctrico de velocidad fija
REGULAR		Polifásico
DE RESERVA		Polifásico

# HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL PROCESO PARA EL EQUIPO DE BOMBEO

PROCESO DESARROLLADO POR		PLANTA/	Productora de Etanol
REVISADO POR		ESPEC. MUN.	GA-106 A/R
FECHA		PORTADA NUM	
02-VI-93			
<b>GENERALES</b>			
<b>SERVICIO</b>		Bomba de Succ. del Esterilizado	
NUM NECESARIO	EN USO REGULAR	Una	
DE BOMBAS	COMO RESERVA	Una	
<b>NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA</b>			
<b>FLUIDO BOMBEADO</b>		Melazas Nutrientes	
<b>CLASE DE FLUIDO</b>	CORROSIVO O NO CORROSIVO	Corrosivo	
	COMPUESTOS CORROSIVOS	Sales de Sulfato y Nitratos	
	SOLIDOS (CUALQUIERA)	No Solidos	
GASTO BOMBEADO	m <sup>3</sup> /hr A 15 °C Y 1 ATH	36.38	
DENSIDAD A 15 °C Y 1 ATH	kg/m <sup>3</sup>	1200	
TEMPERATURA DE BOMBEO	°C	15.2	
VISCOSIDAD, CENTIPOISES A LA TEMPERATURA DE BOMBEO		1.0	
<b>CONDICIONES EN LA SUCCION (BOMBA)</b>			
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup> (ABS O MAN)	1.13	
PRESION DE VAPOR A LA TEMPERATURA DE BOMBEO (ABS O MAN)		2.95	
DENSIDAD A LA TEMPERATURA DE BOMBEO Y PRESION DE SUCCION		1200	
CARGA NETA POSITIVA ARRIBA DE PRESION DE VAPOR (METROS)		20.1	
<b>CONDICIONES EN LA DESCARGA (BOMBA)</b>			
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup> (ABS O MAN)	4.33	
DENSIDAD A LA TEMPERATURA DE BOMBEO Y PRESION DE SUCCION		1200	
CAPACIDAD A LAS CONDICIONES DE DESCARGA			
<b>CONDICIONES DE DISEÑO</b>			
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup>	6.5	
DIFERENCIAL	METROS		
CABALLOS POTENCIA DEL LIQUIDO		36.0	
TEMPERATURA MAXIMA	°C	178	
PRESION MAXIMA DE SUCCION	Kg/cm <sup>2</sup>	1.4	
ΔP MAXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm <sup>2</sup>	3.2	
DIFERENCIA DE CABEZA	METROS	26.6	
NPSH DISPONIBLE	METROS	20.1	
POTENCIA HIDRAULICA	HP	3.0	
<b>OBSERVACIONES</b>			
(NECESIDADES ESPECIALES DE BOMBAS O MOTORES, ETC)		El diámetro sugerido por el fabricante debe ser flexible	
TIPO RECOMENDADO DE BOMBA		envueltos de desdémico	
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO		Eléctrico de Velocidad fija	
REGULAR		Polifásico	
DE RESERVA		Polifásico	

# HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL PROCESO PARA EL EQUIPO DE BOMBEO

PROCESO DESARROLLADO POR		PLANTA Productora de Etanol
REVISADO POR		ESPEC. MUN. GA-202A/R
FECHA 02-VI-93		PORTADA NUM
<b>GENERALES</b>		
SERVICIO		B de Suc. de la esterilizada fría
NUM NECESARIO DE BOMBAS	EN USO REGULAR	Una
	COMO RESERVA	Una
<b>NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA</b>		
FLUIDO BOMBEADO		Melazas Nutricionales
CLASE DE FLUIDO	CORROSIVO O NO CORROSIVO	Corrosivo
	COMPUESTOS CORROSIVOS	Sales de Sulfato y Manganeso
	SOLIDOS (CUALQUIERA)	No Solidos
GASTO BOMBEADO m <sup>3</sup> /hr A 15 °C Y 1 ATM		21.13
DENSIDAD A 15 °C Y 1 ATM Kg/m <sup>3</sup>		1400
TEMPERATURA DE BOMBEO °C		40
VISCOSIDAD, CENTIPOISES A LA TEMPERATURA DE BOMBEO		3.26
<b>CONDICIONES EN LA SUCCION (BOMBA)</b>		
PRESION Kg/cm <sup>2</sup> (ABS O MAN)		0.9
PRESION DE VAPOR A LA TEMPERATURA DE BOMBEO (ABS O MAN)		0.07
DENSIDAD A LA TEMPERATURA DE BOMBEO Y PRESION DE SUCCION		1400
CARGA NETA POSITIVA ARRIBA DE PRESION DE VAPOR (METROS)		11.12
<b>CONDICIONES EN LA DESCARGA (BOMBA)</b>		
PRESION Kg/cm <sup>2</sup> (ABS O MAN)		2.1
DENSIDAD A LA TEMPERATURA DE BOMBEO Y PRESION DE SUCCION		1400
CAPACIDAD A LAS CONDICIONES DE DESCARGA		
<b>CONDICIONES DE DISEÑO</b>		
PRESION DIFERENCIAL Kg/cm <sup>2</sup> METROS		3.2
CABALLOS POTENCIA DEL LIQUIDO		15
TEMPERATURA MAXIMA °C		60
PRESION MAXIMA DE SUCCION Kg/cm <sup>2</sup>		1.1
ΔP MAXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA Kg/cm <sup>2</sup>		1.2
DIFERENCIA DE CABEZA METROS		8.5
NPSH DISPONIBLE METROS		11.12
POTENCIA HIDRAULICA HP		1.0
<b>OBSERVACIONES</b>		
(NECESIDADES ESPECIALES DE BOMBAS O MOTORES, ETC)		El diam sugerido por el fabricante debe ser flexible en un diámetro de 2.5 cm
TIPO RECOMENDADO DE BOMBA		
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO		Electrico de Velocidad fija
REGULAR		Poli-fásico
DE RESERVA		Poli-fásico

# HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL PROCESO PARA EL EQUIPO DE BOMBEO

PROCESO DESARROLLADO POR		PLANTA	Productora de Etanol
REVISADO POR		ESPEC. MUN.	GA-303 A/B
FECHA		PORTADA NUM	
02-VI-93			
<b>GENERALES</b>			
SERVICIO		B. de Saca del Fermentado	
NUM NECESARIO DE BOMBAS	EN USO REGULAR	Una	
	COMO RESERVA	Una	
<b>NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA</b>			
FLUIDO BOMBEADO		Agua-Levadura	
CLASE DE FLUIDO	CORROSIVO O NO CORROSIVO	No corrosivo	
	COMPUESTOS CORROSIVOS		
	SOLIDOS (CUALQUIERA)	No Solidos	
GASTO BOMBEADO	m <sup>3</sup> /hr A 15 °C Y 1 ATM	26.73	
DENSIDAD A 15 °C Y 1 ATM	Kg/m <sup>3</sup>	1010	
TEMPERATURA DE BOMBEO	°C	35	
VISCOSIDAD, CENTIPOISES A LA TEMPERATURA DE BOMBEO		1.0	
<b>CONDICIONES EN LA SUCCION (BOMBA)</b>			
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup> (ABS O MAN)	1.4	
PRESION DE VAPOR A LA TEMPERATURA DE BOMBEO (ABS O MAN)		0.057	
DENSIDAD A LA TEMPERATURA DE BOMBEO Y PRESION DE SUCCION		1010	
CARGA NETA POSITIVA ARRIBA DE PRESION DE VAPOR (METROS)		11.2	
<b>CONDICIONES EN LA DESCARGA (BOMBA)</b>			
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup> (ABS O MAN)	3.4	
DENSIDAD A LA TEMPERATURA DE BOMBEO Y PRESION DE SUCCION		1010	
CAPACIDAD A LAS CONDICIONES DE DESCARGA			
<b>CONDICIONES DE DISEÑO</b>			
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup>	5.0	
DIFERENCIAL	METROS		
CABALLOS POTENCIA DEL LIQUIDO		33.6	
TEMPERATURA MAXIMA	°C	53.0	
PRESION MAXIMA DE SUCCION	Kg/cm <sup>2</sup>	1.7	
ΔP MAXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm <sup>2</sup>	2.0	
DIFERENCIA DE CABEZA	METROS	19.8	
NPSH DISPONIBLE	METROS	11.2	
POTENCIA HIDRAULICA HP		1.4	
<b>OBSERVACIONES</b>			
(NECESIDADES ESPECIALES DE BOMBAS O MOTORES, ETC)		El diam. sugerido por el fabricante debe ser flexible en un aumento de las diámetros	
TIPO RECOMENDADO DE BOMBA			
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO		Eléctrico de velocidad fija	
REGULAR		Poli-fásico	
DE RESERVA		Poli-fásico	

# HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL PROCESO PARA EL EQUIPO DE BOMBEO

PROCESO DESARROLLADO POR		PLANTA: <i>Productora de Etanol</i>
REVISADO POR		ESPEC. MUN. GA-305A/R
FECHA <i>02-VI-93</i>		PORTADA NUM
<b>GENERALES</b>		
SERVICIO		<i>B. de Succ. de Levaduras</i>
NUM NECESARIO DE BOMBAS	EN USO REGULAR	<i>Vna</i>
	COMO RESERVA	<i>Vna</i>
<b>NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA</b>		
FLUIDO BOMBEADO		<i>Agua-Levaduras</i>
CLASE DE FLUIDO	CORROSIVO O NO CORROSIVO	<i>No corrosivo</i>
	COMPUESTOS CORROSIVOS	
	SOLIDOS (CUALQUIERA)	<i>No Solidos</i>
GASTO BOMBEADO	<i>m<sup>3</sup>/hr A 15 °C Y 1 ATM</i>	<i>3.37</i>
DENSIDAD A 15 °C Y 1 ATM	<i>Kg/m<sup>3</sup></i>	<i>1030</i>
TEMPERATURA DE BOMBEO	<i>°C</i>	<i>35</i>
VISCOSIDAD, CENTIPOISES A LA TEMPERATURA DE BOMBEO		<i>1.3</i>
<b>CONDICIONES EN LA SUCCION (BOMBA)</b>		
PRESION	<i>Kg/cm<sup>2</sup> (ABS O MAN)</i>	<i>2.9</i>
PRESION DE VAPOR A LA TEMPERATURA DE BOMBEO (ABS O MAN)		<i>0.057</i>
DENSIDAD A LA TEMPERATURA DE BOMBEO Y PRESION DE SUCCION		<i>1030</i>
CARGA NETA POSITIVA ARRIBA DE PRESION DE VAPOR (METROS)		<i>10.0</i>
<b>CONDICIONES EN LA DESCARGA (BOMBA)</b>		
PRESION	<i>Kg/cm<sup>2</sup> (ABS O MAN)</i>	<i>6.5</i>
DENSIDAD A LA TEMPERATURA DE BOMBEO Y PRESION DE SUCCION		<i>1030</i>
CAPACIDAD A LAS CONDICIONES DE DESCARGA		
<b>CONDICIONES DE DISEÑO</b>		
PRESION	<i>Kg/cm<sup>2</sup></i>	<i>9.8</i>
DIFERENCIAL	<i>METROS</i>	
CABALLOS POTENCIA DEL LIQUIDO		<i>63.0</i>
TEMPERATURA MAXIMA		<i>°C</i>
		<i>53.0</i>
PRESION MAXIMA DE SUCCION		<i>Kg/cm<sup>2</sup></i>
		<i>3.5</i>
ΔP MAXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA		<i>Kg/cm<sup>2</sup></i>
		<i>3.6</i>
DIFERENCIA DE CABEZA		<i>METROS</i>
		<i>34.9</i>
NPSH DISPONIBLE		<i>METROS</i>
		<i>10</i>
POTENCIA HIDRAULICA		<i>HP</i>
		<i>0.55</i>
<b>OBSERVACIONES</b>		
(NECESIDADES ESPECIALES DE BOMBAS O MOTORES, ETC)		<i>El diám. sugerido por el fabricante debe ser flex. en un momento de los diám. nom.</i>
TIPO RECOMENDADO DE BOMBA		
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO		<i>Eléctrico de volt. fija</i>
REGULAR		<i>Polifásico</i>
DE RESERVA		<i>Polifásico</i>



# HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL PROCESO PARA EL EQUIPO DE BOMBEO

PROCESO DESARROLLADO POR		PLANTA	Producción de Etanol
REVISADO POR		ESPEC. MUN.	GA- 402 AIR
FECHA		PORTADA NUM	
02-VI-93			
<b>GENERALES</b>			
SERVICIO		B. de Sur de Agricultura	
NUM NECESARIO DE BOMBAS	EN USO REGULAR	Una	
	COMO RESERVA	Una	
<b>NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA</b>			
FLUIDO BOMBEADO		Agua-Etanol-Levaduras	
CLASE DE FLUIDO	CORROSIVO O NO CORROSIVO	No corrosivo	
	COMPUESTOS CORROSIVOS		
	SOLIDOS (CUALQUIERA)	Ninguno	
GASTO BOMBEADO	m <sup>3</sup> /hr A 15 °C Y 1 ATM	10.74	
DENSIDAD A 15 °C Y 1 ATM	Kg/m <sup>3</sup>	980	
TEMPERATURA DE BOMBEO	°C	35	
VISCOSIDAD, CENTIPOISES A LA TEMPERATURA DE BOMBEO		1.1	
<b>CONDICIONES EN LA SUCCION (BOMBA)</b>			
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup> (ABS O MAN)	1.8	
PRESION DE VAPOR A LA TEMPERATURA DE BOMBEO (ABS O MAN)		0.064	
DENSIDAD A LA TEMPERATURA DE BOMBEO Y PRESION DE SUCCION		980	
CARGA NETA POSITIVA ARRIBA DE PRESION DE VAPOR (METROS)		10.6	
<b>CONDICIONES EN LA DESCARGA (BOMBA)</b>			
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup> (ABS O MAN)	4.1	
DENSIDAD A LA TEMPERATURA DE BOMBEO Y PRESION DE SUCCION		980	
CAPACIDAD A LAS CONDICIONES DE DESCARGA			
<b>CONDICIONES DE DISEÑO</b>			
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup>	0.2	
DIFERENCIAL	METROS		
CABALLOS POTENCIA DEL LIQUIDO		42.1	
TEMPERATURA MAXIMA		53	
PRESION MAXIMA DE SUCCION		2.2	
ΔP MAXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA		2.3	
DIFERENCIA DE CABEZA METROS		22.9	
NPSH DISPONIBLE METROS		10.6	
POTENCIA HIDRAULICA HP		0.73	
<b>OBSERVACIONES</b>			
(NECESIDADES ESPECIALES DE BOMBAS O MOTORES, ETC)		El diám. superior por el factor de bombeo. Flex. en un aumento de des diám. nom	
TIPO RECOMENDADO DE BOMBA			
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO		Eléctrica de Veloc. fija	
REGULAR		Polifásica	
DE RESERVA		Polifásica	

# HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL PROCESO PARA EL EQUIPO DE BOMBEO

PROCESO DESARROLLADO POR		PLANTA: Productora de Etanol
REVISADO POR		ESPEC. MUN. GA- 408 A/R
FECHA		PORTADA NUM
02-21-93		
<b>GENERALES</b>		
SERVICIO		B. de Reflujo de Destilados
NUM NECESARIO DE BOMBAS	EN USO REGULAR	Una
	COMO RESERVA	Una
<b>NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA</b>		
FLUIDO BOMBEADO		Etanol al 95%
CLASE DE FLUIDO	CORROSIVO O NO CORROSIVO	No corrosivo
	COMPUESTOS CORROSIVOS	
	SOLIDOS (CUALQUIERA)	Ninguno
GASTO BOMBEADO	m <sup>3</sup> /hr A 15 °C Y 1 ATM	29.54
DENSIDAD A 15 °C Y 1 ATM	Kg/m <sup>3</sup>	740
TEMPERATURA DE BOMBEO	°C	37
VISCOSIDAD, CENTIPOISES A LA TEMPERATURA DE BOMBEO		4.4
<b>CONDICIONES EN LA SUCCION (BOMBA)</b>		
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup> (ABS O MAN)	1.0
PRESION DE VAPOR A LA TEMPERATURA DE BOMBEO (ABS O MAN)		0.95
DENSIDAD A LA TEMPERATURA DE BOMBEO Y PRESION DE SUCCION		740
CARGA NETA POSITIVA ARRIBA DE PRESION DE VAPOR (METROS)		2.2
<b>CONDICIONES EN LA DESCARGA (BOMBA)</b>		
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup> (ABS O MAN)	2.5
DENSIDAD A LA TEMPERATURA DE BOMBEO Y PRESION DE SUCCION		740
CAPACIDAD A LAS CONDICIONES DE DESCARGA		
<b>CONDICIONES DE DISEÑO</b>		
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup>	3.5
DIFERENCIAL	METROS	
CABALLOS POTENCIA DEL LIQUIDO		32.4
TEMPERATURA MAXIMA	°C	115
PRESION MAXIMA DE SUCCION	Kg/cm <sup>2</sup>	1.2
ΔP MAXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm <sup>2</sup>	1.4
DIFERENCIA DE CABEZA	METROS	18.92
NPSH DISPONIBLE	METROS	2.3
POTENCIA HIDRAULICA	HP	2.7
<b>OBSERVACIONES</b>		
(NECESIDADES ESPECIALES DE BOMBAS O MOTORES, ETC)		El diam. sugerido por el fabricante debe ser 1 1/2"
TIPO RECOMENDADO DE BOMBA		en sujecion de 2 1/2" a 3"
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO		Elctrico de velocidad fija
REGULAR		Polifásico
DE RESERVA		Polifásico

# HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL PROCESO PARA EL EQUIPO DE BOMBEO

PROCESO DESARROLLADO POR		PLANTA <i>Productora de Etano</i>
REVISADO POR		ESPEC. MUN. GA-410A/B
FECHA <i>02-VI-93</i>		PORTADA NUM
<b>GENERALES</b>		
SERVICIO		<i>B. de Vinazas a calentador</i>
NUM NECESARIO	EN USO REGULAR	<i>Una</i>
DE BOMBAS	COMO RESERVA	<i>Una</i>
<b>NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA</b>		
FLUIDO BOMBEADO		<i>Vinazas</i>
CLASE DE FLUIDO	CORROSIVO O NO CORROSIVO	<i>No corrosivo</i>
	COMPUESTOS CORROSIVOS	
	SOLIDOS (CUALQUIERA)	<i>Un poco</i>
GASTO BOMBEADO	$m^3/hr$ A 15 °C Y 1 ATM	<i>27.85</i>
DENSIDAD A 15 °C Y 1 ATM	$Kg/m^3$	<i>1000</i>
TEMPERATURA DE BOMBEO	°C	<i>106</i>
VISCOSIDAD, CENTIPOISES A LA TEMPERATURA DE BOMBEO		<i>1.0</i>
<b>CONDICIONES EN LA SUCCION (BOMBA)</b>		
PRESION	$Kg/cm^2$ (ABS O MAN)	<i>2.7</i>
PRESION DE VAPOR A LA TEMPERATURA DE BOMBEO (ABS O MAN)		<i>1.27</i>
DENSIDAD A LA TEMPERATURA DE BOMBEO Y PRESION DE SUCCION		<i>1000</i>
CARGA NETA POSITIVA ARRIBA DE PRESION DE VAPOR (METROS)		<i>3.0</i>
<b>CONDICIONES EN LA DESCARGA (BOMBA)</b>		
PRESION	$Kg/cm^2$ (ABS O MAN)	<i>7.4</i>
DENSIDAD A LA TEMPERATURA DE BOMBEO Y PRESION DE SUCCION		<i>1000</i>
CAPACIDAD A LAS CONDICIONES DE DESCARGA		
<b>CONDICIONES DE DISEÑO</b>		
PRESION	$Kg/cm^2$	<i>11</i>
DIFERENCIAL	METROS	
CABALLOS POTENCIA DEL LIQUIDO		<i>74</i>
TEMPERATURA MAXIMA	°C	<i>159</i>
PRESION MAXIMA DE SUCCION	$Kg/cm^2$	<i>3.3</i>
ΔP MAXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	$Kg/cm^2$	<i>4.7</i>
DIFERENCIA DE CABEZA	METROS	<i>45</i>
NPSH DISPONIBLE	METROS	<i>3</i>
POTENCIA HIDRAULICA	HP	<i>3.7</i>
<b>OBSERVACIONES</b>		
(NECESIDADES ESPECIALES DE BOMBAS O MOTORES, ETC)		<i>El diam. sugerido por el fabricante debe ser 1/2"</i>
TIPO RECOMENDADO DE BOMBA		<i>encomiendo de 2" diam con</i>
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO		<i>Eléctrico de Veloc. fija</i>
REGULAR		<i>Polifásico</i>
DE RESERVA		<i>Polifásico</i>

# HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL PROCESO PARA EL EQUIPO DE BOMBEO

PROCESO DESARROLLADO POR		PLANTA Productora de Etanol
REVISADO POR		ESPEC. MUN. GA-416 A/B
FECHA		PORTADA NUM
02-VI-93		
<b>GENERALES</b>		
SERVICIO		B de Aliment. de Traces de Etanol
NUM NECESARIO DE BOMBAS	EN USO REGULAR	Una
	COMO RESERVA	Una
<b>NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA</b>		
FLUIDO BOMBEADO		Etanol a 30%
CLASE DE FLUIDO	CORROSIVO O NO CORROSIVO	No corrosivo
	COMPUESTOS CORROSIVOS	
	SOLIDOS (CUALQUIERA)	Unacero
GASTO BOMBEADO	m <sup>3</sup> /hr A 15 °C Y 1 ATM	10.45
DENSIDAD A 15 °C Y 1 ATM	Kg/m <sup>3</sup>	950
TEMPERATURA DE BOMBEO	°C	55
VISCOSIDAD, CENTIPOISES A LA TEMPERATURA DE BOMBEO		14
<b>CONDICIONES EN LA SUCCION (BOMBA)</b>		
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup> (ABS O MAN)	1.5
PRESION DE VAPOR A LA TEMPERATURA DE BOMBEO (ABS O MAN)		0.21
DENSIDAD A LA TEMPERATURA DE BOMBEO Y PRESION DE SUCCION		950
CARGA NETA POSITIVA ARRIBA DE PRESION DE VAPOR (METROS)		10.1
<b>CONDICIONES EN LA DESCARGA (BOMBA)</b>		
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup> (ABS O MAN)	4.5
DENSIDAD A LA TEMPERATURA DE BOMBEO Y PRESION DE SUCCION		950
CAPACIDAD A LAS CONDICIONES DE DESCARGA		
<b>CONDICIONES DE DISEÑO</b>		
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup>	6.5
DIFERENCIAL	METROS	
CABALLOS POTENCIA DEL LIQUIDO		45.2
TEMPERATURA MAXIMA	°C	83
PRESION MAXIMA DE SUCCION	Kg/cm <sup>2</sup>	1.6
ΔP MAXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm <sup>2</sup>	3
DIFERENCIA DE CABEZA	METROS	31.5
NPSH DISPONIBLE	METROS	10.1
POTENCIA HIDRAULICA	HP	0.6
<b>OBSERVACIONES</b>		
(NECESIDADES ESPECIALES DE BOMBAS O MOTORES, ETC)		El diam. superior para fabricar con tubo flexible en un motor de 2 diam. nom.
TIPO RECOMENDADO DE BOMBA		
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO		Elctrico de vel. fija
REGULAR		Polifásico
DE RESERVA		Polifásico

# HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL PROCESO PARA EL EQUIPO DE BOMBEO

PROCESO DESARROLLADO POR		PLANTA: Producción de Etanol
REVISADO POR		ESPEC. MUN. GA- 417A/A
FECHA	02-VI-93	PORTADA NUM
<b>GENERALES</b>		
SERVICIO		Bomba de Separador 1
NUM NECESARIO DE BOMBAS	EN USO REGULAR	Una
	COMO RESERVA	Una
<b>NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA</b>		
FLUIDO BOMBEADO		Etanol al 39.4%
CLASE DE FLUIDO	CORROSIVO O NO CORROSIVO	No corrosivo
	COMPUESTOS CORROSIVOS	
	SOLIDOS (CUALQUIERA)	Ninguno
GASTO BOMBEADO	m <sup>3</sup> /hr A 15 °C Y 1 ATM	16.77
DENSIDAD A 15 °C Y 1 ATM	Kg/m <sup>3</sup>	920
TEMPERATURA DE BOMBEO	°C	50
VISCOSIDAD, CENTIPOISES A LA TEMPERATURA DE BOMBEO		1.1
<b>CONDICIONES EN LA SUCCION (BOMBA)</b>		
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup> (ABS O MAN)	2
PRESION DE VAPOR A LA TEMPERATURA DE BOMBEO (ABS O MAN)		0.2
DENSIDAD A LA TEMPERATURA DE BOMBEO Y PRESION DE SUCCION		920
CARGA NETA POSITIVA ARRIBA DE PRESION DE VAPOR (METROS)		4.2
<b>CONDICIONES EN LA DESCARGA (BOMBA)</b>		
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup> (ABS O MAN)	6.0
DENSIDAD A LA TEMPERATURA DE BOMBEO Y PRESION DE SUCCION		920
CAPACIDAD A LAS CONDICIONES DE DESCARGA		
<b>CONDICIONES DE DISEÑO</b>		
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup>	8.6
DIFERENCIAL	METROS	
CABALLOS POTENCIA DEL LIQUIDO		62
TEMPERATURA MAXIMA	°C	75
PRESION MAXIMA DE SUCCION	Kg/cm <sup>2</sup>	2
ΔP MAXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm <sup>2</sup>	4
DIFERENCIA DE CABEZA	METROS	43.4
NPSH DISPONIBLE METROS		4.2
POTENCIA HIDRAULICA	HP	1.5
<b>OBSERVACIONES</b>		
(NECESIDADES ESPECIALES DE BOMBAS O MOTORES, ETC)		El diam. suger. de dor. el fabricante debe ser flexible en un aumento de 2 diam nom
TIPO RECOMENDADO DE BOMBA		
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO		Eléctrico de veloc. fija
REGULAR		Polifásico
DE RESERVA		Polifásico

# HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL PROCESO PARA EL EQUIPO DE BOMBEO

PROCESO DESARROLLADO POR		PLAITAI Productora de Etanol
REVISADO POR		ESPEC. MUN. GA-419 A/B
FECHA		02-VI-93
		PORTADA NUM
<b>GENERALES</b>		
<b>SERVICIO</b>		
NUM NECESARIO DE BOMBAS	EN USO REGULAR	Bomba de Separador 2
	COMO RESERVA	Una Una
<b>NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA</b>		
FLUIDO BOMBEADO		Etanol a) 44%
CLASE DE FLUIDO	CORROSIVO O NO CORROSIVO	No corrosivo
	COMPUESTOS CORROSIVOS	
	SOLIDOS (CUALQUIERA)	Ninguno
GASTO BOMBEADO	m <sup>3</sup> /hr A 15 °C Y 1 ATM	2.73
DENSIDAD A 15 °C Y 1 ATM	Kg/m <sup>3</sup>	910
TEMPERATURA DE BOMBEO	°C	40
VISCOSIDAD, CENTIPOISES A LA TEMPERATURA DE BOMBEO		1.6
<b>CONDICIONES EN LA SUCCION (BOMBA)</b>		
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup> (ABS O MAN)	1.8
PRESION DE VAPOR A LA TEMPERATURA DE BOMBEO (ABS O MAN)		0.12
DENSIDAD A LA TEMPERATURA DE BOMBEO Y PRESION DE SUCCION		910
CARGA NETA POSITIVA ARRIBA DE PRESION DE VAPOR (METROS)		11.2
<b>CONDICIONES EN LA DESCARGA (BOMBA)</b>		
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup> (ABS O MAN)	4.5
DENSIDAD A LA TEMPERATURA DE BOMBEO Y PRESION DE SUCCION		910
CAPACIDAD A LAS CONDICIONES DE DESCARGA		
<b>CONDICIONES DE DISEÑO</b>		
PRESION	Kg/cm <sup>2</sup>	7
DIFERENCIAL	METROS	
CABALLOS POTENCIA DEL LIQUIDO		91
TEMPERATURA MAXIMA	°C	60
PRESION MAXIMA DE SUCCION	Kg/cm <sup>2</sup>	2
ΔP MAXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	Kg/cm <sup>2</sup>	2.8
DIFERENCIA DE CABEZA	METROS	30.7
NPSH DISPONIBLE	METROS	11.2
POTENCIA HIDRAULICA	HP	0.2
<b>OBSERVACIONES</b>		
(NECESIDADES ESPECIALES DE BOMBAS O MOTORES, ETC)		El diám. sugerido por el fabricante debe ser 1.5" en un aumento de 2" diám nom.
TIPO RECOMENDADO DE BOMBA		
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO		Eléctrico de Veloc. fija
REGULAR		Polifásico
DE RESERVA		Polifásico

# HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL PROCESO PARA EL EQUIPO DE BOMBEO

PROCESO DESARROLLADO POR		PLANTA: <i>Productora de Etanol</i>
REVISADO POR		ESPEC. MUN. GA-470 N/R
FECHA <i>02-VI-93</i>		PORTADA NUM
<b>GENERALES</b>		
SERVICIO		<i>Bomba de 1/2" azar. Neuberger</i>
NUM NECESARIO DE BOMBAS	EN USO REGULAR	<i>Una</i>
	COMO RESERVA	<i>Una</i>
<b>NECESIDADES DE PROCESO POR BOMBA</b>		
FLUIDO BOMBEADO		<i>Vinares</i>
CLASE DE FLUIDO	CORROSIVO O NO CORROSIVO	<i>No corrosivo</i>
	COMPUESTOS CORROSIVOS	
	SOLIDOS (CUALQUIERA)	<i>Lineares</i>
GASTO BOMBEADO	<i>m<sup>3</sup>/hr A 15 °C Y 1 ATM</i>	<i>7.8 l</i>
DENSIDAD A 15 °C Y 1 ATM	<i>Kg/m<sup>3</sup></i>	<i>980</i>
TEMPERATURA DE BOMBEO	<i>°C</i>	<i>55</i>
VISCOSIDAD, CENTIPOISES A LA TEMPERATURA DE BOMBEO		<i>1</i>
<b>CONDICIONES EN LA SUCCION (BOMBA)</b>		
PRESION	<i>Kg/cm<sup>2</sup> (ABS O MAN)</i>	<i>2.2</i>
PRESION DE VAPOR A LA TEMPERATURA DE BOMBEO (ABS O MAN)		<i>3.40 mm Hg</i>
DENSIDAD A LA TEMPERATURA DE BOMBEO Y PRESION DE SUCCION		<i>980</i>
CARGA NETA POSITIVA ARRIBA DE PRESION DE VAPOR (METROS)		<i>22.5</i>
<b>CONDICIONES EN LA DESCARGA (BOMBA)</b>		
PRESION	<i>Kg/cm<sup>2</sup> (ABS O MAN)</i>	<i>5.1</i>
DENSIDAD A LA TEMPERATURA DE BOMBEO Y PRESION DE SUCCION		<i>980</i>
CAPACIDAD A LAS CONDICIONES DE DESCARGA		
<b>CONDICIONES DE DISEÑO</b>		
PRESION	<i>Kg/cm<sup>2</sup></i>	<i>7.65</i>
DIFERENCIAL	<i>METROS</i>	
CABALLOS POTENCIA DEL LIQUIDO		
TEMPERATURA MAXIMA	<i>°C</i>	<i>82.5</i>
PRESION MAXIMA DE SUCCION	<i>Kg/cm<sup>2</sup></i>	<i>3.3</i>
ΔP MAXIMA ADMISIBLE EN LA BOMBA	<i>Kg/cm<sup>2</sup></i>	<i>3.9</i>
DIFERENCIA DE CABEZA	<i>METROS</i>	<i>37.7</i>
NPSH DISPONIBLE	<i>METROS</i>	<i>20</i>
POTENCIA HIDRAULICA	<i>HP</i>	<i>0.75</i>
<b>OBSERVACIONES</b>		
(NECESIDADES ESPECIALES DE BOMBAS O MOTORES, ETC)		<i>Diámetro sugerido por fabricante debe ser flexible en dos diámetros nominales.</i>
TIPO RECOMENDADO DE BOMBA		
TIPO DE MOTOR RECOMENDADO		<i>Electrico</i>
REGULAR		<i>Poli-fasico</i>
DE RESERVA		<i>Poli-fasico</i>

PLANTA <i>Productora de Etanol</i>	CONTRATO No <i>001</i>	
LOCALIZACION <i>Zapotito, Paviato, Ver.</i>	REQUISICION	FECHA <i>02-VI-93</i>
CLAVE <i>5B-205</i>	FECHA POR	APROBADA POR
NO UNIDADES <i>litro</i>	SERVICIO <i>Compresor de vap. de fermentac.</i>	

### COMPRESOR

COMPOSICION DE LA CORRIENTE GASEOSA	<i>2.6% O<sub>2</sub>, 35.4% H<sub>2</sub>O, 30.3% C.O.</i>
	<i>31.7% Etanol en peso.</i>
CONDENSIVIDAD	<i>litro</i>

### CONDICIONES DE OPERACION

VALOR		MINIMO	NORMAL	MAXIMA
CAPACIDAD	KG/HR	<i>18,944</i>	<i>31,574</i>	<i>36,310</i>
NSCYD (15 °C, 1 ATM)	M <sup>3</sup> /D	<i>806,793</i>	<i>511,322</i>	<i>588,020</i>
ACPM A COND. DE ENTRADA	M <sup>3</sup> /D	<i>4,546,672</i>	<i>7,577,787</i>	<i>8,714,455</i>
PESO MOLECULAR			<i>35.11</i>	
COND. A LA SUCCION				
PRESION	KG/CM <sup>2</sup>	<i>0.044</i>	<i>0.074<sup>1</sup></i>	<i>0.085</i>
TEMPERATURA	°C	<i>21</i>	<i>35</i>	<i>40.2</i>
DENSIDAD	KG/M <sup>3</sup>		<i>0.10</i>	
COMPRESIBILIDA, K			<i>1.00</i>	
K (OP/CM)			<i>1.347</i>	
HUMEDAD RELATIVA	PORCIENTO		<i>39.4</i>	
COND. A LA DESCARGA				
PRESION	KG/CM <sup>2</sup>	<i>0.277</i>	<i>0.462</i>	<i>0.53</i>
TEMPERATURA	°C	<i>42</i>	<i>70</i>	<i>81</i>
K A T, °C			<i>1.00</i>	
K A T, °C			<i>1.347</i>	

PRESION BAROMETRICA	<i>1.033 kg/cm<sup>2</sup></i>
---------------------	--------------------------------



## DESARROLLO

No. DE ETAPAS	RPM	505
EFICIENCIA DE DISEÑO	% RMP	80
POTENCIA HIDRAULICA	HP	3000
MAXIMO RMP IMPULSOR DE DISEÑO	HP	3000

## CORRIENTE ELECTRICA Y VAPOR

MOTORES	13,800	HP Y MAYORES	480	VOLTS	3	FASE	60	CICLOS
MOTORES		HP Y MENORES		VOLTS		FASE		CICLOS
INTERRUPTORES Y CONTROLES				VOLTS		FASE		CICLOS
VAPOR:		ENTRADA	42.2	KG/CM <sup>2</sup>	316	°C		
		SALIDA	4.2	KG/CM <sup>2</sup>	145	°C		

NOTAS GENERALES:
<p>1. El compresor succiona los vapores a 55 mmHg. y  los descarga sobrecalentados a 340 mmHg.</p>

PLANTA <i>Productora de Tonal</i>	CONTRATO No	001
LOCALIZACION <i>Cempacita, Panolo, Yuc.</i>	REQUISICION	FECHA <i>02-VI-93</i>
CLAVE <i>CB-412</i>	FECHA POR	APROBADA POR
NO UNIDADES <i>C16</i>	SERVICIO <i>Compras de descarga estacionaria.</i>	

### COMPRESOR

COMPOSICION DE LA CORRIENTE GASEOSA	<i>5.44% O<sub>2</sub>, 10.2% H<sub>2</sub>O, 63.7% CO<sub>2</sub></i>
	<i>20.66% Etanol en peso</i>
COMBUSTIBILIDAD	<i>Lo</i>

### CONDICIONES DE OPERACION

VALOR		MINIMO	NORMAL	MAXIMA
CAPACIDAD	KG/HR	<i>9,004</i>	<i>15,007</i>	<i>17,258</i>
MECTD (15 °C, 1 ATM)	M <sup>3</sup> /D	<i>124,555</i>	<i>207,591</i>	<i>238,730</i>
ACPM A COND. DE ENTRADA	M <sup>3</sup> /D	<i>1,847,028</i>	<i>3,070,380</i>	<i>3,440,137</i>
PESO MOLECULAR			<i>41.1</i>	
COND. A LA SUCCION				
PRESION	KG/CM <sup>2</sup>	<i>0.277</i>	<i>0.462<sup>1</sup></i>	<i>0.531</i>
TEMPERATURA	°C	<i>50</i>	<i>50</i>	<i>58</i>
DENSIDAD	KG/M <sup>3</sup>		<i>0.117</i>	
COMPRESIBILIDA, Z			<i>1.00</i>	
K (op/cv)			<i>1.301</i>	
HUMEDAD RELATIVA	PORCIENTO		<i>10.2</i>	
COND. A LA DESCARGA				
PRESION	KG/CM <sup>2</sup>	<i>0.619</i>	<i>1.033</i>	<i>1.187</i>
TEMPERATURA	°C	<i>42</i>	<i>70</i>	<i>81</i>
S A T, °C			<i>0.98</i>	
K A T, °C			<i>1.30</i>	

PRESION BAREMETRICA	<i>1.033 kg/cm<sup>2</sup></i>
---------------------	--------------------------------

### DESARROLLO

NO. DE ETAPAS	RPM	DES
EFICIENCIA DE DISEÑO	% BHP	80
POTENCIA HIDRAULICA	HP	500
MAXIMO BHP IMPULSOR DE DISEÑO	HP	600

### CORRIENTE ELECTRICA Y VAPOR

MOTORES	5,000	HP Y MAYORES	480	VOLTS	3 FASE	60 CICLOS
MOTORES		HP Y MENORES		VOLTS	FASE	CICLOS
INTERRUPTORES Y CONTROLES				VOLTS	FASE	CICLOS
VAPOR:	ENTRADA	42.2	KG/CM <sup>2</sup>	316	°C	
	SALIDA	4.2	KG/CM <sup>2</sup>	145	°C	

NOTAS GENERALES:
1. El compresor succiona los gases a 310 mmHg, y los descarga a presión atmosférica.

PLANTA <i>Productora de Etanol</i>	CONTRATO No <i>001</i>	
LOCALIZACION <i>Zapopan, Jalisco, Ver.</i>	REQUISICION	FECHA <i>02-11-94</i>
CLAVE <i>GC-108</i>	FECHA POR	APROBADA POR
No UNIDADES <i>Una</i>	SERVICIO <i>Agitador del tanque de mezcla</i>	

AGITADOR

FABRICANTE	MODELO <i>4 espas planas</i>
TIPO <i>Flat-blade turbine</i>	

CONDICIONES DE PROCESO

TIPO DE OPERACION <i>Mezcla</i>		
TIPO DE AGITACION <i>Turbulenta</i>	PERIODO DE AGITACION <i>Continua</i>	
CICLO BATCH: <i>No aplica</i> N° MÍNIMO	N° NORMAL	N° MÁXIMO
CICLO CONTINUO: RANGO DE FLUJO <i>30-35</i>	N°/HR	
LÍQUIDO	LÍQUIDO	SÓLIDO O GAS
MATERIAL <i>Solución de Malto</i>		<i>Cristales Inorg. y polvos Org.</i>
CANTIDAD <i>43,584</i> KG/HR	KG/HR	<i>726</i> KG/HR
VISCOSIDAD <i>1000</i> CP 20 °C	CP °C	CP °C
GRAVEDAD ESPECÍFICA <i>1.44</i> 20 °C	°C	<i>1.16</i> 20 °C
COMPONENTES <i>Agua - Azúcar</i>		<i>Sales</i>
CARACTERÍSTICAS DEL SÓLIDO: TAMAÑO <i>0.1-0.5</i> MM	DESCRIPCIÓN <i>Estable en agua</i>	
CARACTERÍSTICAS DE MEZCLADO: GRAVEDAD ESPECÍFICA <i>1.44</i>	20 °C	
VISCOSIDAD <i>1.6</i> CP	20 °C	
TENDENCIA A ESPUMAR <i>Ninguna</i>	TIEMPO DE SEPARACIÓN <i>No aplica</i>	

CONDICIONES DE OPERACION

NORMAL:	TEMPERATURA <i>20</i> °C	PRESION <i>1.033</i> KG/CM <sup>2</sup> MAN.
MÁXIMA:	TEMPERATURA <i>13</i> °C	PRESION <i>1.033</i> KG/CM <sup>2</sup> MAN.

CARACTERÍSTICAS DEL RECIPIENTE

VOLUMEN DEL RECIPIENTE: <i>290</i> M <sup>3</sup>	
DIÁMETRO: <i>6,000</i> MM	LONGITUD TANGENTE-TANGENTE: <i>12,000</i> MM
CORAZA DE VAPOR: <i>No aplica</i> MM	

## DISEÑO MECANICO

TIPO DE EMPUJAS: <i>Aspa plana</i>		No. <i>3</i>	TAMAÑO <i>1000x500</i>	MM
VELOCIDAD <i>90</i>		RPM	ESPACIAMIENTO <i>2.500</i>	MM
FLIENCA:	LONGITUD <i>12.000</i>	MM	DIAMETRO	MM
COJINETE:	TIPO	FLECHA		
BELLO:	TIPO			
LUBRICACION		TIPO DE LUBRICANTE		
TIPO DEACOPLIAMIENTO:	MOTOR	REDUCTOR	FLECHA	
ESTABILIZADOR:	RAFFLES:	No. <i>4</i>	ANCHO <i>600</i>	
TAMAÑO DE BÓQUILLA PARA LA INSTALACION DEL ACTUADOR:		<i>200</i> <i>diámetro</i>		

## DATOS DEL MOTOR

TIPO DE MOTOR:	<i>90</i> RPM	<i>150</i> HP	FABRICANTE
CARACTERÍSTICAS DE LA CORRIENTE:	<i>480</i> V	<i>3</i> FASES	<i>60</i> CICLOS
CODIGO MEMA LETRA:	<i>I-0</i>	ARMASION	<i>Maquina a prueba de salpicadura</i>
TIPO DE REDUCTOR DE VELOCIDAD:			
NIVEL DE RUIDO ESPERADO:	<i>90</i>	dB	

PLANTA <i>Productora de Etanol</i>	CONTRATO NO <i>001</i>		
LOCALIZACION <i>Zapopan, Jalisco, Ver.</i>	REQUISICION	FECHA <i>02-11-95</i>	
CLAVE <i>G.C-207</i>	FECHA POR	APROBADA POR	
NO UNIDADES <i>Una</i>	SERVICIO <i>Agitador del fermentador de azúcar</i>		

### AGITADOR

FABRICANTE	MODELO <i>6 axes plana</i>
TIPO <i>Flat-blade Turbine</i>	

### CONDICIONES DE PROCESO

TIPO DE OPERACION <i>Mezcla</i>			
TIPO DE AGITACION <i>Turbulenta</i>		PERIODO DE AGITACION <i>Continuo</i>	
CICLO BATCH: <i>No aplica</i> N° MÍNIMO		N° NORMAL	
CICLO CONTINUO: RANGO DE FLUJO <i>50-55</i> N°/HR		N° MÁXIMO	
LIQUIDO		LIQUIDO	
MATERIAL <i>Melazas-Nutrientes</i>		SOLIDO O GAS <i>Levaduras</i>	
CANTIDAD <i>43,584</i> KG/HR	KG/HR	<i>31,278</i> KG/HR	KG/HR
VISCOCIDAD <i>1.6</i> CP <i>38</i> °C	CP °C	CP °C	CP °C
GRAVEDAD ESPECIFICA <i>1.14</i> <i>38</i> °C	°C	<i>1.09</i> <i>34</i> °C	°C
COMPONENTES <i>Agua-Azúcar-Sales</i>		<i>Enzimas</i>	
CARACTERÍSTICAS DEL SOLIDO: TAMAÑO <i>5x10<sup>-3</sup></i> MM		DESCRIPCION <i>Suspensión en agua</i>	
CARACTERÍSTICAS DE MECLADO: GRAVEDAD ESPECIFICA <i>1.03</i>		<i>25</i> °C	
VISCOCIDAD <i>1.5</i> CP		<i>25</i> °C	
TENDENCIA A ESPUMAR <i>Sí</i>	TIEMPO DE SEPARACION		

### CONDICIONES DE OPERACION

NORMAL:	TEMPERATURA <i>35</i> °C	PRESION <i>0.074</i> KG/CM <sup>2</sup> MAN.
MÁXIMA:	TEMPERATURA <i>40</i> °C	PRESION <i>0.085</i> KG/CM <sup>2</sup> MAN.

### CARACTERÍSTICAS DEL RECIPIENTE

VOLUMEN DEL RECIPIENTE: <i>189</i> M <sup>3</sup>	
DIAMETRO: <i>1,000</i> MM	LONGITUD TANGENTE-TANGENTE: <i>8,300</i> MM
CORAZA DE VAPOR: <i>No aplica</i> MM	

### DISEÑO MECANICO

TIPO DE EMPUJAS:	Apoyabases	NO. 6	TAMARO 1,000X360 MM
	VELOCIDAD 60	RPM	ESPACIAMIENTO 2,650 MM
FLECHA:	LONGITUD 8,300	MM	DIAMETRO MM
COJINETE:	TIPO		FLECHA
SELLO:	TIPO		
LUBRICACION			TIPO DE LUBRICANTE
TIPO DEACOPLANAMIENTO:	MOTOR	REDUCTOR	FLECHA
ESTABILIZADOR:		RAFFLES: No. 4	ANCHO 600 mm
TAMARO DE BOQUILLA PARA LA INSTALACION DEL AGITADOR:			200 mm

### DATOS DEL MOTOR

TIPO DE MOTOR:	60	RPM	190	HP	FABRICANTE
CARACTERISTICAS DE LA CORRIENTE:	480	V	3	FASES	50 CICLOS
CODIGO NDA LETRA:	II-B		ARMAZON Blindado con ventilador para eficiencia		
TIPO DE REDUCTOR DE VELOCIDAD:					
NIVEL DE RUIDO ESPERADO:	90			dB	

PLANTA	Productora de Etanol	CONTRATO No	001
LOCALIZACION	Zapopan, Jalisco, Ver.	REQUISICION	FECHA 02-VI-93
CLAVE	GD-102	HECHA POR	APROBADA POR
No UNIDADES	Una	SERVICIO	Tanque de mezclado 146020-1net.

### TANQUE DE MEZCLADO

POSICION:	VERTICAL	SI	HORIZONTAL	
TIPO DE FLUIDO:	LIQUIDO	Sala. Melaza	FLUJO	43,584 KG/HR DENSIDAD 1,440 KG/M <sup>3</sup>
	SOLIDO O GAS	Nutrientes	FLUJO	738 KG/HR DENSIDAD 1,769 KG/M <sup>3</sup>
TEMPERATURA:	OPERACION	20 °C	MAXIMA	23 °C DISEÑO 25 °C
PRESION:	OPERACION	1.033 KG/CM <sup>2</sup>	MAXIMA	1.188 KG/CM <sup>2</sup> DISEÑO 1.55 KG/CM <sup>2</sup>
DIMENSIONES:	LONGITUD TANGENTE-TANGENTE	12,000 MM	DIAMETRO	6,060 MM
	CAPACIDAD TOTAL	290 M <sup>3</sup>		
BAFFLES:	No.	4	ANCHO	600 MM
NIVEL:	NORMAL	8,700 MM	MAXIMO	10,800 MM MINIMO 1,184 MM
ALARMA:	ALTO NIVEL	8,640 MM	BAJO NIVEL	2,700 MM DE PARO
MATERIALES:	CASCARON	SA-240	CADEZAS	SA-304
CORROSION PERMISIBLE:	CASCARON	1.6 MM	CADEZAS	1.6 MM
AISLANTE:	No aplica		RECUBRIMIENTO INTERNO:	No aplica

### BOQUILLAS

No.	CANTIDAD	DIM. NOMINAL	SERVICIO
8	1	38	Venteeo
11	1	76	Alimentación de liquido
12	1	38	Alimentación de solido
17	1	76	Salida de liquido
31	1	76	Drene
35	1	300	Conversion de servicios
46 A	2	51	Instrumentos de nivel



NOTAS GENERALES:

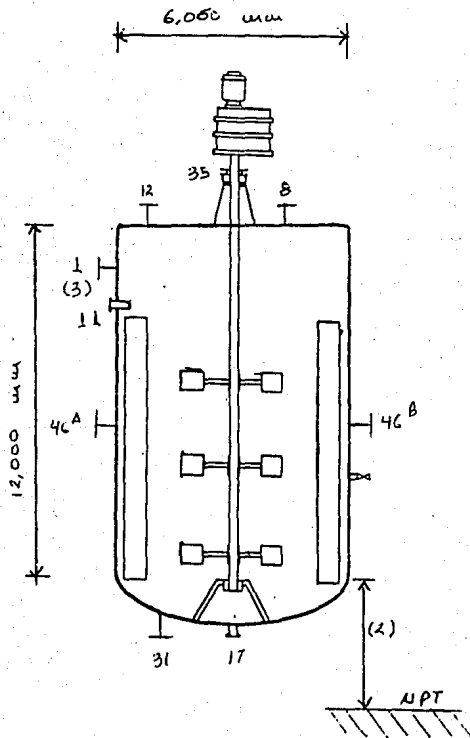
1. Las especificaciones del motor y agitador se encuentran definidas en la clave GC-108, agitador del tanque de reciclado.

2. En base al DASH requerido de la bomba.

3. Usureo 1

Cantidad 1

Servicio Registro de hombre, diam. Nom. = 508 mm



PLANTA <i>Productora de Stano</i>	CONTRATO No <i>001</i>
LOCALIZACION <i>Zapopan, Jalisco, Mex.</i>	REQUISICION <i>FECHA 02-VI-93</i>
CLAVE <i>PA-109</i>	HECHA POR <i>APROBADA POR</i>
No UNIDADES <i>Una</i>	SERVICIO <i>Alimentador de nutrientes</i>

### TORNILLO TRANSPORTADOR

### CARACTERISTICAS DEL MATERIAL A MANEJAR

TIPO DE MATERIAL <i>Sólido granular</i>	ABRASIVIDAD <i>Semi-abrasivo</i>
DENSIDAD DE BULTO <i>1.259</i> KG/M <sup>3</sup>	GLUTINOCIDAD <i>No</i>
TAMANO DE PARTICULA <i>0.1</i> MM	ACCION QUIMICA <i>Corrosivo con humedad</i>
MAX. TAMANO DE PARTICULA <i>0.5</i> MM	TEMPERATURA <i>20</i> °C
ANGULO DE REPOSO <i>25</i> °	
DESCRIPCION DEL PRODUCTO <i>Crustales inorgánicos y orgánicos</i>	

### CONDICIONES DE OPERACION

CAPACIDAD:	NORMAL <i>0.4</i> M <sup>3</sup> /HR	CLASE <i>C</i>
	MAXIMA <i>0.5</i> M <sup>3</sup> /HR	LOCALIZACION <i>Dentro de L.B.</i>
RPM DEL TORNILLO	<i>45</i>	

### CONSTRUCCION Y MATERIALES

CANAL:	TIPO <i>Espiral flotante</i>	DIAMETRO DE FLECHA <i>101. mm</i>
	MATERIAL <i>SA-479</i>	CANAL TERMINAL
	ESPESOR	TIPO DE SOPORTE <i>Varilla con tensor</i>
CUBIERTA:	TIPO	SOPORTES
	MATERIAL <i>SA-240</i>	OSTIENDORES DE POLVO <i>Si</i>
	ESPESOR	TIPO DE TENSOR: <i>HIERROFORGADO</i> <i>Si</i>
		METAL ANTIFRICCIÓN
		BRONCE
		CANAL ENCHAQUETADO
PUNTE DE ALIMENTACION	<i>Aspa rotatoria</i>	
TIPO DE ARREGLO EN LA ALIMENTACION	<i>Flat - Valve blade</i>	
TIPO DE ARREGLO EN LA DESCARGA	<i>Curved Valve blade</i>	

### DATOS DE MOTOR

TIPO DE MOTOR:	30	RPM	1	HP	FABRICANTE
CARACTERÍSTICA DE LA CORRIENTE	480	v	3	FASES	60 CICLOS
CODIGO SINUS LETRA	I-B			ARMADOR	Magnum a prueba de salpíetro
REDUCTOR DE VELOCIDAD:	TIPO				

NOTAS GENERALES:	<p>La cubierta del canal debe ser total para evitar          corrosión del tornillo o perno de soldar</p>

PLANTA	Productora de Etanol	CONTRATO No	001
LOCALIZACION	Zapopan, Jalisco, Ver.	REQUISICION	FECHA 02-VI-93
CLAVE	PA-303 AB/R	FECHA POR	APROBADA POR
No UNIDADES	Tres	SERVICIO	Centrifugas Separadoras de Levadura

### CENTRIFUGAS

DESCRIPCION DEL MATERIAL ALIMENTADO	Solucion acuosa de etanol con levadura		
DENSIDAD DEL LODO	1.090	KG/M <sup>3</sup>	PORCIENTO DE SOLIDOS 21.2 %
VISCOSIDAD	1.3	CP	TEMPERATURA DEL LODO 35 °C
VELOCIDAD DE ALIMENTACION:	NORMAL	4119	L/MIN.
	MAXIMA	482	L/MIN.
GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS	1.09		GRAVEDAD ESPECIFICA DE LIQUIDO 1.00
CAPACIDAD DE LA TORTA	4,000	KG/HR	DENSIDAD DE LA TORTA 1,027 KG/M <sup>3</sup>
HUMEDAD DE LA TORTA	67.4	%	
TAMANO DE PARTICULA DE SOLIDOS	5 x 10 <sup>-6</sup>	M	
LAVADO REQUERIDO	S:		
PRESION DE DISEÑO (PUNEA CENTRIFUGA/AREA INTERNA)	10	KG/CM <sup>2</sup>	
CAPACIDAD	NORMAL	26,736	KG/HR
	MAXIMA	30,746	KG/HR

### DATOS MECANICOS

TIPO DE CENTRIFUGA	Tazon de disco con tol.	TAMANO DE CAMASTA	406	MM
TIPO DE CAMASTA	Perforada	POPULIDAD DEL TAZON	2,113	MM
DIAMETRO DE APERTURA DE ANILLO DE LA CAMASTA			0.6	MM
ESPESES DE LA TORTA EN	12			MM
CAPACIDAD DEBAJO DEL ANILLO SUPERIOR				M <sup>3</sup>
RPM DE LA CAMASTA	6,250	TIPO DE IMPULSOR	Motor electrico	
TIPO DE CUBIERTA	Completa			
POTENCIA DEL MOTOR	40			HP

NOTAS GENERALES:

1. La Fuente de energía eléctrica tiene las siguientes características:

Voltaje 480

Fases 3

Ciclos 60

PLANTA	Predictora de Etanol	CONTRATO No	001
LOCALIZACION	Zapopan, Jalisco, Ver	REQUISICION	FECHA 02-VI-93
CLAVE	PA-306	FECHA POR	APROBADA POR
No UNIDADES	Una	SERVICIO	Camara de Secado

### CAMARA DE SECADO

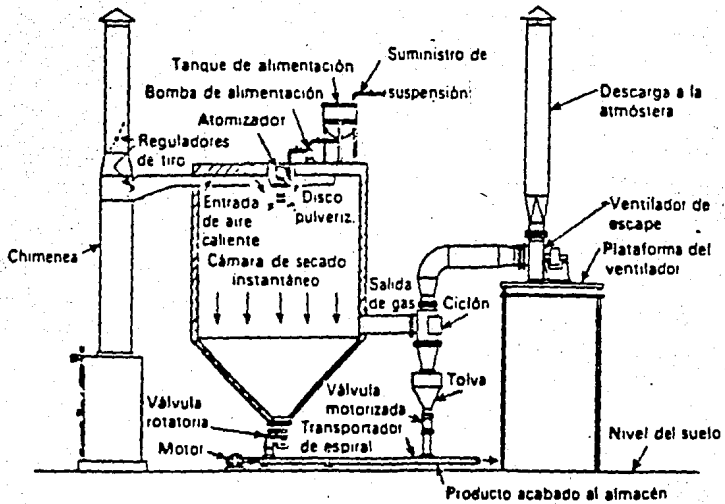
DESCRIPCION DEL MATERIAL A SECAR	Levadura con un 39% de humedad		
DESCRIPCION DEL MEDIO SECADOR	Aire atmosferico precalentado		
DENSIDAD DE SOLIDOS	1,090	KG/M <sup>3</sup>	TAMANO MEDIO DE LA PARTICULA 5 X 10 <sup>-6</sup> M
DESCRIPCION DE LOS SOLIDOS	Arenoso, muy Fino		
ABRASIVIDAD DE SOLIDOS	Poca abrasivo		
TENSION SUPERFICIAL DEL LIQUIDO	72.8	DIMAS/CM	

### CONDICIONES DE OPERACION

FLUJO DE ALIMENTACION LIQUIDA:	NORMAL	2,008	KG/HR
	MAXIMA	2,310	KG/HR
PORCIENTO DE SOLIDOS A RECIBIRSE		99	%
PORCIENTO MAXIMO DE HUMEDAD REQUERIDA EN EL PRODUCTO		10	%
TEMPERATURA DE ALIMENTACION DE LIQUIDO		33	°C
TEMPERATURA DE ALIMENTACION DEL MEDIO DE SECADOR		226	°C
RAPIDEZ DE EVAPORACION		784	KG/HR
CONDICIONES ATMOSFERICAS:	TEMPERATURA	MINIMA 20 °C	MAXIMA 23 °C
	HUMEDADES	MINIMA 66 %	MAXIMA 90 %
TIPO DE RECOLECTOR DE SOLIDOS	Ciclon Tipo Van Tongeren		

NOTAS GENERALES:

1. Los sólidos podrán ser transportados a almacén por medio de un ventilador y opcionalmente con un transportador de tornillo.



PLANTA	Productora de Etanol	CONTRATO No	001
LOCALIZACION	Zapopan, Jalisco, Ver.	REQUISICION	FECHA 02-VI-93
CLAVE	PA-307	FECHA POR	APROBADA POR
NO UNIDADES	Una	SERVICIO	Filtro Clarificador

### FILTRO

COMPOSICION DEL MATERIAL A FILTRAR	87.1% Agua, 7.76% Etanol y 5.14% de levaduras en peso.		
PORCIENTO DE COSTRA DE LODO FORMADA EN LA PASTA	10%		
DENSIDAD DE SOLIDOS	1,090	KG/M <sup>3</sup>	DENSIDAD DEL LIQUIDO 970 KG/M <sup>3</sup>
TEMPERATURA DE FILTRADO	35	°C	
VISCOSIDAD DEL FILTRADO	1	CP	
VISCOSIDAD DEL LODO	1.05	CP	
DESCRIPCION DE LOS SOLIDOS	Arenoso, muy Fino		

### CONDICIONES DE OPERACION

CAPACIDAD DE FILTRADO	11.7	M <sup>3</sup> /HR
TIEMPO DE OPERACION POR DIA	24	HR
PORCION DE LA PASTA O MEZCLA A RECOBRARSE	99	%
CARACTERISTICAS DE LA COSTRA:	SI SE REQUIERE DE LAVADO	Si
	PUREZA MINIMA ADMISIBLE	94%
	LIQUIDO DE LAVADO AISLADO DE LO FILTRADO	Si
	TENDENCIA DE ROMPIMIENTO DE LA COSTRA DURANTE EL LAVADO Y SECADO	poco
AREA REQUERIDA ESTIMADA	77.6	M <sup>2</sup>
CAIDA DE PRESION DE LA TORTA CON EL MEDIO FILTRANTE	2.81	KG/CM <sup>2</sup>
OBJETIVOS MAS IMPORTANTES DE LA FILTRACION	Ret. car el solido en su totalidad	



NOTAS GENERALES:

1. El impulsor sera tipo eléctrica, sujeto a la siguiente especificación

Voltaje 480

Fases 3

Ciclos 60

# HOJA DE DATOS DE QUEMADORES

CLIENTE **FACULTAD DE QUIMICA UNAM** PAUT. 3a E. **001** HOJA DE **001**

PLANTA **PRODUCTORA DE ETANOL** LOCALIZACION **ZAPAPITLA, PANJCO, VER.**

Nº EQUIPO **PA-500** SERVICIO **QUEMADOR DEL DESFOGUE**

Nº DE HORNO/S/INCINERADORES **001** CALOR TOTAL LIBERADO POR HORNO/INCINERADOR **MEGJ/H**

### DATOS DEL QUEMADOR

### DATOS DEL PILOTO

FAB. **NO 1**

TIPO **ELEVADO (50 metros)** TAM. **61 mm**

NR **001** TIPO **QUEMADOR DE VAPOR ATOMIZADO**

LOCALIZACION **FUERA DE LIMITES DE BATERIA** CONSUMO DE GAS **55 m³/m/h**

REL. DE OPERACION **AIRE O VAPOR DE ATOMIZACION**

TIRO DISPONIBLE EN EL QUEMADOR **900 cm H<sub>2</sub>O** FLUJO **13,570 kg/h**

PERDIDA DE TIRO EN EL QUEMADOR **375 cm H<sub>2</sub>O** CONDICIONES PRESION (kg/cm²man) TEMPERATURA (°C)

MATERIAL LOSETA REFRACTARIA **LADRILLO REFRACTARIO**

CAIDA DE PRESION EN LA BOQUILLA **0.2 Kg/cm²**

DIST. MIN. DESDE PARED LATERAL A LINEA CENTROS QUEMADOR

HORIZ. **245 mm** min; VERT **550 mm**

CARACT. PISO HOGAR

ESPESOR **10 mm**

MATERIAL **LADRILLO REFRACTARIO** CARACTERISTICAS DEL COMBUSTIBLE O DESECHO COMB.

### CALOR LIBERADO POR QUEMADOR

TIPO COMB. O DESECHO **LIQUIDO** **SAS**

MAX. (M cal/m³) **794,311** NORM. (M cal/m³) **690,705** MIN. (M cal/m³) **414,423**

NO APLICA **ETANOL 75%**

### DATOS DE FLAMA

CONDICIONES LONGITUD(m) DIAMETRO(m)

MAXIMA **3.5** **0.489**

NORMAL **3.0** **0.489**

MINIMA **2.15** **0.489**

### DATOS DE NIVEL DE RUIDO

NIVEL MAXIMO PERMISIBLE DE RUIDO **25 dB**

NIVELES REALES DE RUIDO A 3m DE SU ORIGEN **10 dB**

FRECUENCIA **● A**

COMPOSICION

PODER CALC. INF **col/kg** **2,608,700 col/m³**

RELACION H/C **2.08**

DENSIDAD RELATIVA **1.5**

TIPO DE DISPOSITIVO ATENUADOR DE RUIDO **NO APLICA** VISCOSIDAD A **25 °C** **1. x 10<sup>-3</sup> cp**

PERDIDA DE TIRO EN EL PLENUM **85 cm H<sub>2</sub>O** Y A **100 °C** **1.15 x 10<sup>-3</sup> cp**

TIPC DE AISLAMIENTO ACUSTICO **NO APLICA** PESO MOLECULAR **46 kg/km³**

PRES. DISP./REQ. **2.3 kg/cm² man** **1.8 kg/cm² man**

TEMP. DISP./REQ. **100 °C** **100 °C**

NOTAS

REVISOR **G** 1 2 3 4 5 6 7

FECHA **30-VII-73**

ELAB. **225**

REV

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31

**FALTA PAGINA**

**No.** 226

## II.6 DIAGRAMA DE SERVICIOS AUXILIARES (Dib. VII)

### II.6.1 Servicios

#### II.6.1.1 Vapor de alta presión

Se generará vapor de alta presión porque se requiere una potencia mayor a los 100 HP en los equipos de agitación y en las compresoras, para lo cual se emplearan turboexpansores de una sola etapa.

Se pretende satisfacer los propios requerimientos de energía eléctrica por medio de la cogeneración.

#### II.6.1.2 Vapor de baja presión

El vapor de baja presión se obtiene de las extracciones de los turboexpansores, utilizándose como medio de calentamiento en los rehervidores y esterilizador. El exceso de vapor de baja se condensara y se recirculara a la caldera, situada fuera de límites de batería.

#### II.6.1.3 Agua de enfriamiento

Se empleará agua como medio de enfriamiento ya que el aire del medio ambiente de la zona contiene un alto grado de humedad, lo cual no es conveniente ya que al tener contacto con los intercambiadores el vapor del aire corroería al equipo. Por ésta razón es preferible hacer un tratamiento al agua del estero de Topila para utilizarla como medio de enfriamiento.

#### II.6.1.4 Agentes químicos

Se utilizará  $H_2SO_4$  al 80% en peso ya que es necesario mantener un pH 3.5 y 5, debido a que una alta basicidad en el fermentador ocasionaría problemas metabólicos en las levaduras, obteniendo una baja eficiencia en la obtención de Etanol. No se emplea otro ácido porque el ión  $SO_4$ , no inhibe la fermentación.

En el capitulado IV.3 se presentan las memorias de cálculo de los requerimientos de servicios auxiliares y agentes químicos.

## II.6.2 Hojas de especificación

PLANTA	Productora de Etanol	CONTRATO No	001
LOCALIZACION	Zapotita, Pinuca, Ver.	REQUISICION	FECHA 09-VI-93
SERVICIO	Vapores de Alta Presión	FECHA POR	APROBADA POR

SERVICIO	Vapores para impulsión y cogeneración de energía eléctrica		
CONDICIONES DE SUMINISTRO:	TEMPERATURA	316 °c	PRESION 42.2 kg/cm <sup>2</sup>
CONDICIONES DE RETORNO	TEMPERATURA	145 °c	PRESION 4.2 kg/cm <sup>2</sup> (1)

CLAVE	EQUIPO	CONSUMO	
		NORMAL	MAXIMO
GB-205	Compresor de Vapores de Fermentación	13,750	16,500
GB-412	Compresor de Descarga Atmosferica	4,465	5,360
GC-108	Agitador del Tanque de Mezclado (2)	1,341	1,610
GE-207	Agitador del Fermentador de Azucars (2)	1,700	2,040
	Total	21,256	25,510

NOTAS GENERALES:

1. Vapor Saturado

2. Se cogenerar energía eléctrica para los motores de los agitadores

3. Si se desea cogenerar energía eléctrica para los motores de las bombas, centrifugas, soplador y filtro se consumirán 1,361 kg/hr de vapor sobrecalentado adicionales en la segunda turbina. (Véase memorias de cálculo)



PLANTA	Productora de Etanol	CONTRATO NO	401	
LOCALIZACION	Zapotitlan, Pinar, Ver	REGISTRACION	FECHA	09-VI-93
SERVICIO	Vapor de Baja Presion	FECHA POR	APROBADA POR	

SERVICIO	Vapor de proceso			
CONDICIONES DE SUMINISTRO:	TEMPERATURA	445	°C	PRESION 4.2 EG/CM <sup>2</sup>
CONDICIONES DE RETORNO	TEMPERATURA	138	°C	PRESION 3.5 EG/CM <sup>2</sup> (1)

CLAVE	EQUIPO	CONSUMO		
		NORMAL	(KG/HR)	MAXIMO
EA-409	Rehervidor de la Torre de Etanol	15,705		18,845
	Tuberia de Alimentación al equipo TA-105 (2)	1,731		2,077
	Total	17,436		20,922

VOTAS GENERALES:

1. Condensado

2. Después del equipo EA-104, se inyecta vapor a la corriente de melazas-nutrientes para llevarlo súbitamente a su temperatura de esterilización,  $131^{\circ}\text{C}$ , y depositarlo en el equipo FA-105.

PLANTA	Productora de Etanol	CONTRATO No	001
LOCALIZACION	Zapotitlan, Pinaro, Ver.	REQUISICION	FECHA 09-VI-93
SERVICIO	Agua de Enfriamiento	FECHA POR	APROBADA POR

SERVICIO	Agua para Enfriamiento		
CONDICIONES DE SUMINISTRO:	TEMPERATURA	25 °c	PRESION 3.5 KG/CM <sup>2</sup>
CONDICIONES DE RETORNO :	TEMPERATURA	40 °c	PRESION 2.0 KG/CM <sup>2</sup>

CLAVE	EQUIPO	CONSUMO	
		NORMAL	(LPM) MAXIMO
EA-107	Enfriador de Melazas-Nut.	1,881	2,163
EA-406	Condensador de la Torre de Etanol	3,444	3,961
EA-413	Condensador de Vapores Agua-Etanol	190	219
EA-418	Enfriador de Vinazas	764	879
	Total	6,279	7,222

NOTAS GENERALES:

1. La temperatura de bulbo húmedo promedio anual de Zapopan, Veracruz es de  $19^{\circ}\text{C}$ , por lo que es factible enfriar el agua de  $40$  a  $25^{\circ}\text{C}$ , en las(s) Torre(s) de enfriamiento.

PLANTA	Productora de Etend	CONTRATO No	001
LOCALIZACION	Zapopan, Jalisco, Ver.	REQUISICION	FECHA 09-VI-93
SERVICIO	Combustible Líquido (47)	HECHA POR	APROBADA POR

SERVICIO	Combustible del precalentador de aire.		
CONDICIONES DE SUMINISTRO:	TEMPERATURA 18-22 °C	PRESION 1.30	KG/CM <sup>2</sup>
CONDICIONES DE RETORNO	TEMPERATURA °C	PRESION	KG/CM <sup>2</sup>

CLAVE	EQUIPO	CONSUMO		
		NORMAL	(LPM)	MAXIMO
PA-306	Camara de Secado (2)			
		0.42		0.48
	Total	0.42		0.48

NOTAS GENERALES:

1: Diesel con poder calorífico 9,021 kCal/L

2: El consumo del combustible se hace en el porcentajes de la planta paquete, y se encuentra fuera de límites de Bateria.

PLANTA	Productora de Etanol	CONTRATO No	001
LOCALIZACION	Zapopan, Jalisco, Ver.	ADQUISICION	FECHA 09-VI-93
SERVICIO	Energia Electrica (1)	RECHA POR	APROBADA POR

SERVICIO	Energia electrica para motores			
CONDICIONES DE SUMINISTRO:	TEMPERATURA	°C	PRESION	KG/CM <sup>2</sup>
CONDICIONES DE RETORNO :	TEMPERATURA	°C	PRESION	KG/CM <sup>2</sup>

CLAVE	EQUIPO	POTENCIA			
		VOLTAJE	FASES	EN OPERACION (1)	EN INSTALADOS
GA-103A	Bomba de Succión del Mezclador	110	3	3.9	4.5
GA-106A	Bomba de Succión del Estabilizador	110/220	3	5.3	5.9
GA-202A	Bomba de Succión del Est-Frio	110	3	1.7	2.2
GA-302A	Bomba de Succión del Fermentado	110	3	2.5	2.9
GA-305A	Bomba de Succión de Levaduras	110	3	0.6	1.1

PLANTA	Producción de Etanol	CONTRATO NO	004
LOCALIZACIÓN	Zapopan, Jalisco, Ver	REQUISICION	
SERVICIO	Energía Eléctrica (1)	FECHA POR	APROBADA POR
		FECHA	09-VI-93

SERVICIO	Energía Eléctrica para motores		
CONDICIONES DE SUMINISTRO:	TEMPERATURA	°C	PRESION
			KG/CM <sup>2</sup>
CONDICIONES DE RETORNO :	TEMPERATURA	°C	PRESION
			KG/CM <sup>2</sup>

CLAVE	EQUIPO	POTENCIA			
		VOLTAJE	FASES	KW OPERACION (2)	KW INSTALADOS
GA-402A/B	Bomba de Succión Agua-Etanol	110	3	1.3	1.5
GA-408A/B	Bomba de Reflejo de Destilados	110/220	3	4.8	5.2
GA-410A/B	Bomba de Vinazas a Calentador	110/220	3	6.6	6.7
GA-416A/B	Bomba de Alimentación de Trazas d' Etanol	110	3	1.1	1.5
GA-417A/B	Bomba del Primer Separador	110	3	2.6	2.9



PLANTA	Productora de Etanol	CONTRATO NO	001
LOCALIZACION	Zapotita, Pinarca, Ver.	REQUISICION	
SERVICIO	Energia Electrica (1)	FECHA POR	09-VI-93
		APROBADA POR	

SERVICIO	Energia Electrica para motores		
CONDICIONES DE SUMINISTRO:	TEMPERATURA	°c	PRESION
			KG/CM <sup>2</sup>
CONDICIONES DE RETORNO :	TEMPERATURA	°c	PRESION
			KG/CM <sup>2</sup>

CLAVE	EQUIPO	POTENCIA			
		VOLTAJE	FASES	EN OPERACION (2)	EN INSTALADOS
GA-419/R	Bomba de Segundo Separador	110	3	0.3	1.5
GA-420/R	Bomba de Vinazas a Torre Absorb.	110	3	1.1	1.5
PA-109	Alimentador de Nutrientes	110	3	1.7	2.2
PA-303 NR/R	Centrifugas Separadoras de Levaduras	220	3	71	74.6
	Total			104.5	113.4

NOTAS GENERALES:

1. La corriente eléctrica suministrada por C.F.E. tiene las siguientes características:

Voltaje 13,800

Fases 3

Ciclos 60

2. Se consideran eficiencias para bomba y motor de 65 y 70% , respectivamente.

PLANTA	Productora de Etanol	CONTRATO No	001
LOCALIZACION	Zapotitlan, Pénjamo, Ver.	REQUISICION	FECHA 09-VI-93
SERVICIO	Agente Químico	FECHA POR	APROBADA POR

SERVICIO	Ajuste de pH en el Fermentador de Azúcares (1)		
CONDICIONES DE SUMINISTRO:	TEMPERATURA	18-22 °c	PRESION 1.2 KG/CM <sup>2</sup>
CONDICIONES DE RETORNO :	TEMPERATURA	°c	PRESION KG/CM <sup>2</sup>

CLAVE	EQUIPO	CONSUMO	
		NORMAL (L)	MAXIMO
DC-203	Fermentador de Azúcares	0.535	

NOTAS GENERALES:

1. La composición de Ac. Sulfúrico es de 90% en peso.
2. Se suministra esta cantidad de Ac. Sulfúrico cuando el pH = 5, ya que se desea un pH óptimo de 4, con una oscilación entre 3.5-5

PLANTA	Productora de Etanol	CONTRATO NO	001
LOCALIZACION	Zapotitlan, Tlaxcala, Ver.	REQUISICION	FECHA 09-VI-93
SERVICIO	Agente Quimico	FECHA POR	APROBADA POR

SERVICIO	Suministro de Aire c. Fermentador de Azucres (4)		
CONDICIONES DE SUMINISTRO:	TEMPERATURA 18-22 °c	PRESION	2.00 kg/cm <sup>2</sup>
CONDICIONES DE RETORNO	TEMPERATURA °c	PRESION	kg/cm <sup>2</sup>

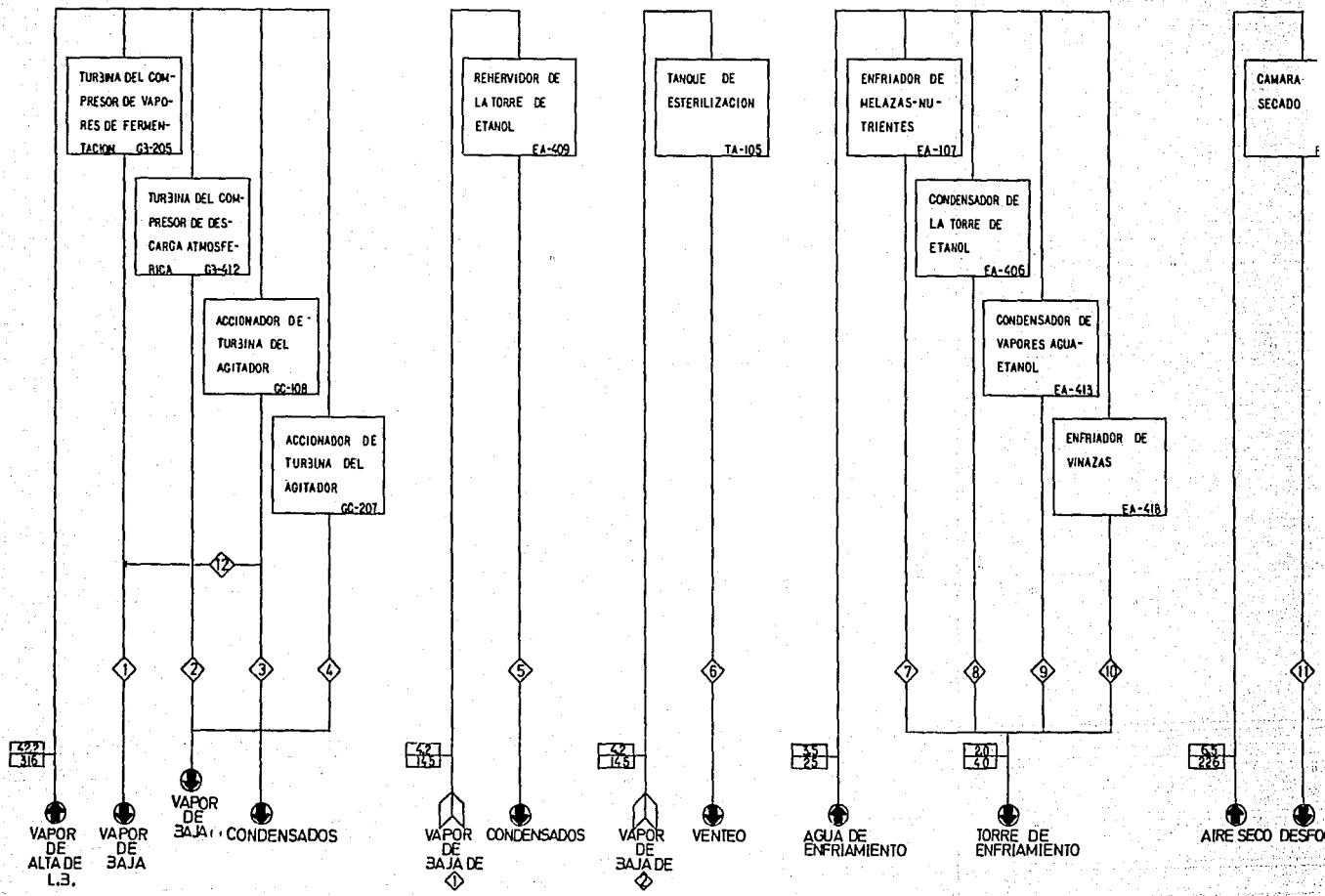
CLAVE	EQUIPO	CONSUMO	
		NORMAL (V/R) (2)	MAXIMO (3)
DC-203	Fermentador de Azucres	0.10 a STP	0.17 a 20°C, 1.03 kg/cm <sup>2</sup>

NOTAS GENERALES:

1. Se suministra aire para proveer de oxígeno a las levaduras, y para mantener una tensión superficial adecuada de la mezcla líquida de reacción.

2.  $V/V/M \text{ [E]} = \text{Volumen de Aire} / \text{Volumen ocupado de Reactor} / \text{Minuto}$

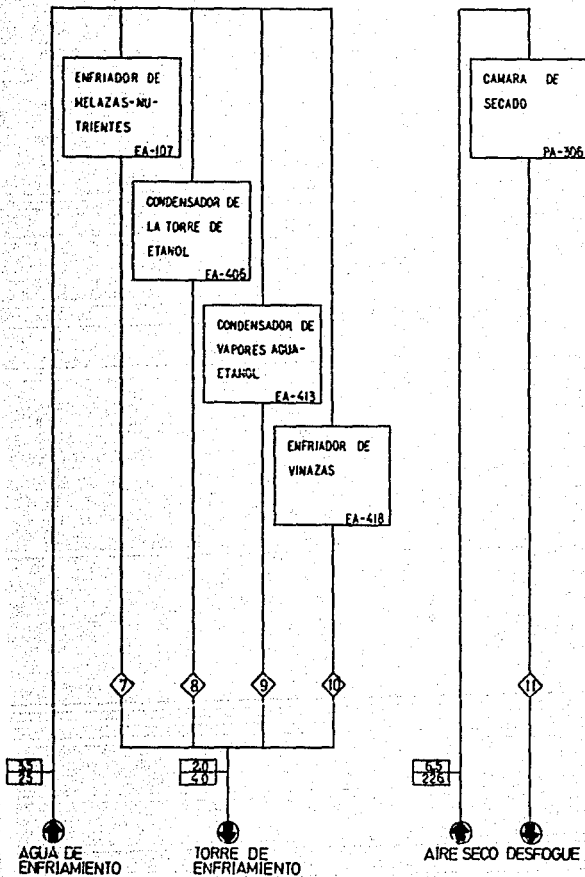
3. El flujo es constante de aire ya que el control se opera manualmente.




COMENTARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SERVICIO							1881	3441	1910	764	
AGUA DE ENFRIAMIENTO	150715	4455	16	1700							1325
VAPOR DE ALTA PRESION						150715	1731				
VAPOR DE BAJA PRESION											
AIRE SECO											
PRESION	4.2	4.2	4.2	4.2	3.5	3.5	2.0	2.0	2.0	1.03	4.2
TEMPERATURA	12.5	12.5	12.5	14.5	13.8	13.8	4.0	4.0	4.0	6.0	14.5

Notas:  
 1- EL GASTO DE AIRE, ES EL REQUERIDO POR EL FABRICANTE

DIBUJOS DE REFERENCIA	D13	VER	SPR	INC. ESP.	DEPTO.	DIV.	GTE.	PROYECTO	CLIENTE	FQ.	ESTE TRABAJO INCLUYENDO EL MATERIAL PATENTADO CONTIENE FACILIDAD DE QUIMICA... Y SU USO ESTA CONDICIONADO A QUE EL CLIENTE O PARCIALMENTE Y NO EMPLEAR ESTE NI EL MATERIAL DESCRITO SIN EL PERMITIDO
										PLANTA DE PRODUCCION DE ETANOL PANUCO, VERACRUZ.	



DISEÑADO POR EL FABRICANTE

	F.Q.	ESTE TRABAJO INCLUYENDO EL MATERIAL PATENTADO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL DE LA FACULTAD DE QUIMICA. Y SU USO ESTA CONDICIONADO A QUE EL USUARIO ACEPTE NO COPIARLO TOTAL O PARCIALMENTE Y NO EMPLEAR ESTE NI EL MATERIAL DESCRITO EN EL PAPEL PARA OTRO PROPOSITO QUE EL PERMITIDO		FACULTAD DE QUIMICA		
				DIAGRAMA DE SERVICIOS AUXILIARES		
PROYECTO	CLIENTE	PLANTA DE PRODUCCION DE ETANOL POR FERMENTACION PANUCO, VERACRUZ.	INICIADO APROBADO FECHA	ESC. 2	DIA VII	REV "0"

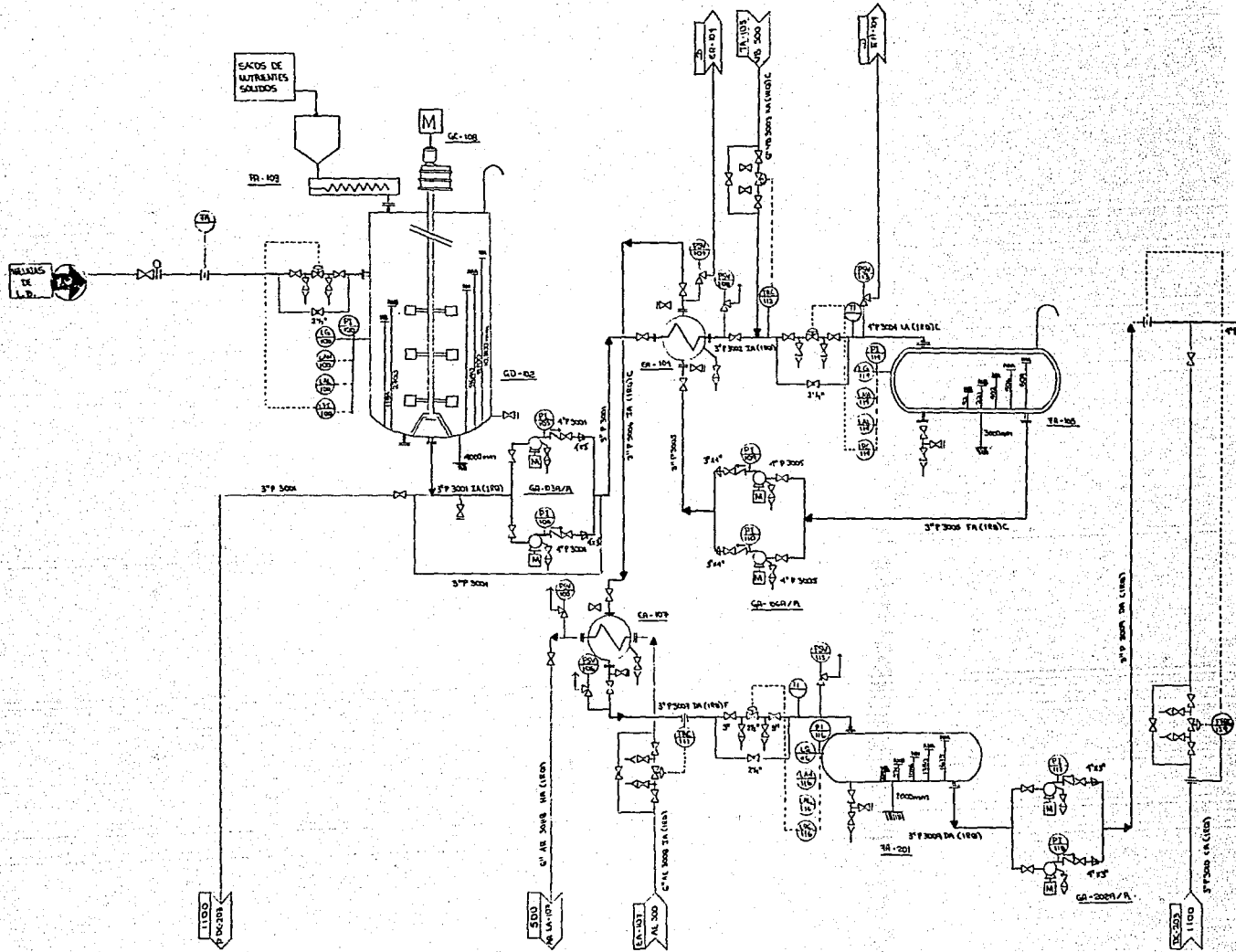


PA-104  
ALIMPIADORA DE  
NUTRIENTES  
Cap. 3.0 x 0.4 m<sup>2</sup>/h

GA-108  
AGITADOR DEL TANQUE  
DE MECLADO  
150 HP

FA-104  
PRECALENTADOR DE  
MELAZAS Y NUTRIENTES  
Q = 3,000,000 kcal/h

TA-105  
TANQUE DE  
ESTERILIZACIÓN



GA-103  
TANQUE DE MECLADO  
DE MELAZAS-NUTRIENTES  
12000 x 6000mm

GA-105 AIR  
BOMBA DE SECCION  
DEL MECLADOR  
OP: 2.5 kg/cm<sup>2</sup> 2.2 HP

FA-103  
ENFRIADOR DE MELAZAS  
Y NUTRIENTES  
Q = 1,600,000 kcal/h

GA-106 AIR  
BOMBA DE SECCION  
DEL ESTERILIZADOR  
OP: 3.7 kg/cm<sup>2</sup> 3 HP

TA-201  
TANQUE DE RETENCION DE  
MELAZAS-NUTRIENTES  
1981 x 5044mm

GA-201 AIR  
BOMBA DE SUCCION  
DEL ESTERILIZADOR  
OP: 1.7 kg/cm<sup>2</sup> 1 HP

FQ.

LÍNEAS DE REFERENCIA

DI3

VER

SPVR

ING. ESP.

I. DEPTU.

J. DIV.

GTE.

I. PROYECTO

CUENTE

ESTE TRABAJO INCLUYENDO EL MATERIAL PATENTADO CONTIENE LA FACULTAD DE QUIMICA Y SU USO ESTA CONDICIONADO A QUE EL O PARCIALMENTE Y NO EMPLEAR ESTE NI EL MATERIAL DESCRITO QUE EL PERMITIDO

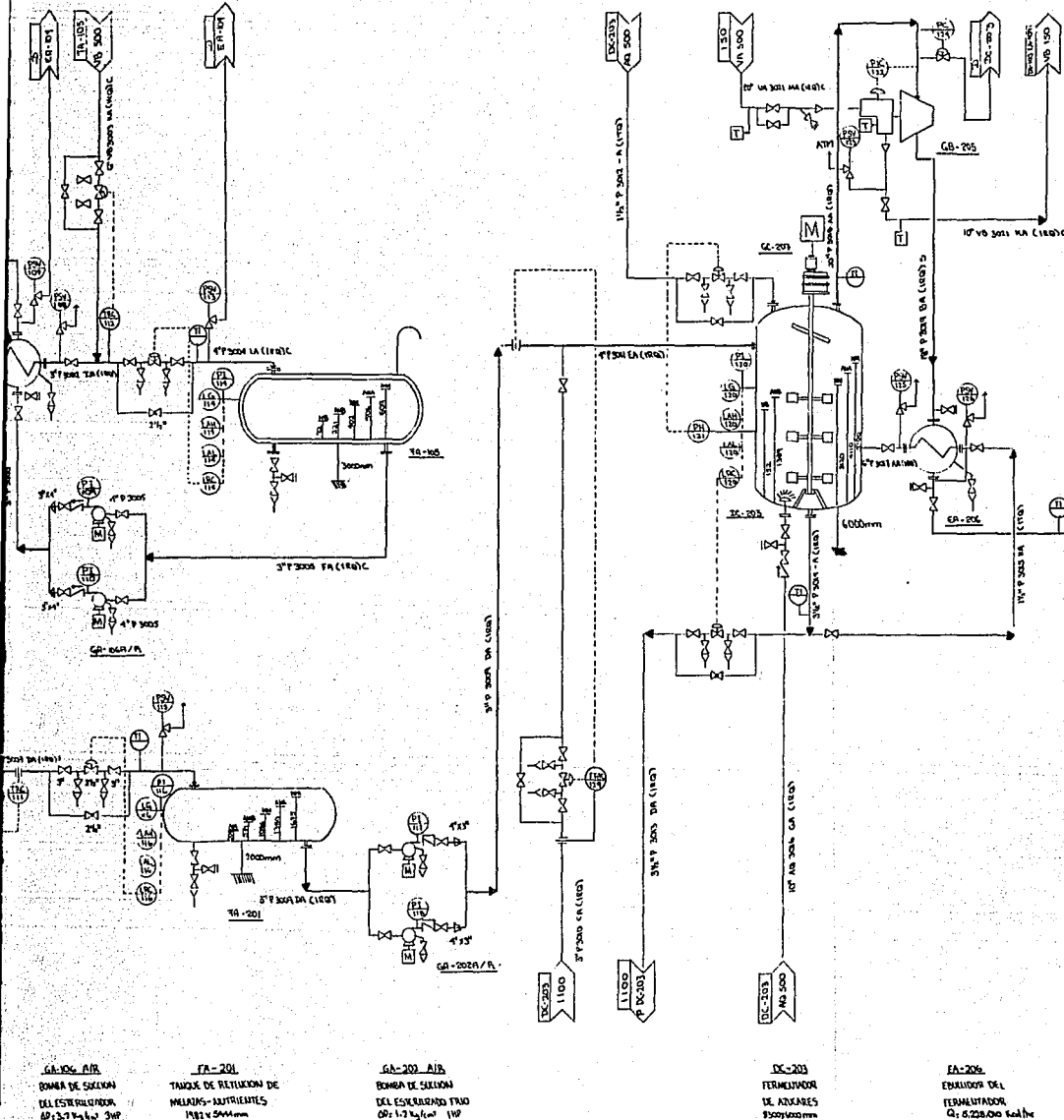
PLANTA DE PRODUCCION DE ETANO PANUCO, VERACRUZ.

FA-104  
 SELECCION DE  
 LAS FUENTES  
 DE ALIMENTACION

TA-105  
 TANQUE DE  
 METABILIZACION

GC-203  
 AGITADOR DEL FERMENTADOR  
 DE ALZCARRES  
 190 HP

GB-205  
 COMPRESOR DE VAPORES  
 DE FERMENTACION  
 Q=22.710 kg/hr



NOTAS

1. Se debe especificar a detalle el diseño "1000", correspondiente a la sección de fermentación.
2. La especificación de la tubería y dibujos de tuberías vienen explicados en la justificación del DTS.
3. Todos los valores de diseño deben ser comparados con los de diseño.

- LISTA DE EQUIPO
- DC-103
  - EA-104
  - EA-105
  - EA-201
  - FA-104
  - FA-201
  - CA-101 A/B
  - CA-102 A/B
  - CA-103 A/B
  - CA-104
  - CA-105
  - GC-108
  - GC-202
  - GB-102

CA-104 A/B  
 BOMBA DE SELECCION  
 DEL FERMENTADOR  
 Q: 3.7 kg/hr 1HP

FA-201  
 TANQUE DE REACCION DE  
 MELAZAS-ALIMENTES  
 1900 x 5000 mm

GC-203 A/B  
 BOMBA DE SELECCION  
 DEL ESTERILIZADO FINAL  
 Q: 1.7 kg/hr 1HP

DC-203  
 FERMENTADOR  
 DE ALZCARRES  
 3500x1000 mm

EA-205  
 EVAPORADOR DEL  
 FERMENTADOR  
 Q: 8.228.000 kcal/hr

ESTE TRABAJO INCLUYENDO EL MATERIAL PATENTADO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL DE LA FACULTAD DE QUIMICA Y SU USO ESTA CONDICIONADO A QUE EL USUARIO ACEPTA NO COPIARLO TOTAL O PARCIALMENTE Y NO EMPLEAR ESTE NI EL MATERIAL DESCRITO EN EL PAPEL PARA OTRO PROPOSITO QUE EL PERMITIDO



FACULTAD DE QUIMICA

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION

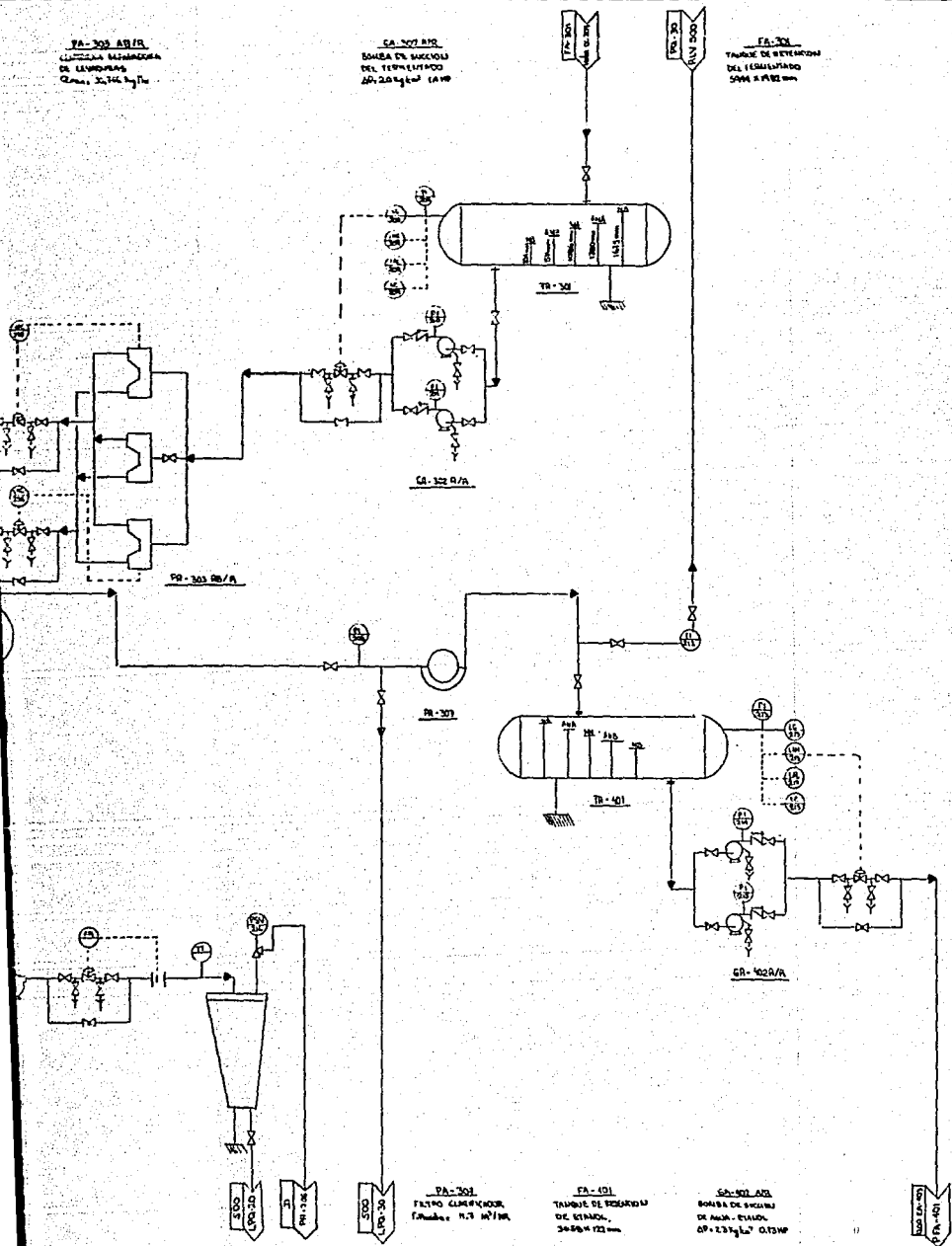
OT.	PROYECTO	CLIENTE	PLANTA DE PRODUCCION DE ETANOL POR FERMENTACION PANUCCO, VERACRUZ.	INICIADO APROBADO FECHA	ESC %	DIB VIII	REV "0"
-----	----------	---------	--	-------------------------	-------	----------	---------



FA-303 AIR/A  
 CLASIFICACION  
 DE LABORATORIO  
 Clase 3, 10, 11, 12

CA-302 R/S  
 BOMBA DE SUCCION  
 DEL FILTRO CLARIFICADOR  
 CP=2.23 kg/L<sup>3</sup> 1470

FA-304  
 TAMBOR DE RESERVA  
 DEL CUMPLIMIENTO  
 CP=2.23 kg/L<sup>3</sup> 5000



LISTA DE EQUIPO

FA-301  
 FA-304  
 FA-401  
 CA-302 R/A  
 CA-303 R/A  
 CA-401 R/A  
 FA-305 R/A/A  
 FA-306  
 PH-301

FA-301  
 FILTRO CLARIFICADOR  
 CP=2.23 kg/L<sup>3</sup> 1470

FA-401  
 TAMBOR DE RESERVA  
 DE 5170L  
 CP=2.23 kg/L<sup>3</sup> 1220

SCHNEIDER  
 BOMBA DE SUCCION  
 DE AGUA - CLAS. 3  
 CP=2.23 kg/L<sup>3</sup> 0.13 HP

F.Q.

ESTE TRABAJO INCLUYENDO EL MATERIAL PATENTADO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL DE LA FACULTAD DE QUIMICA Y SU USO ESTA CONDICIONADO A QUE EL USUARIO ACEPTE NO COPIARLO TOTAL O PARCIALMENTE Y NO EMPLEAR ESTE NI EL MATERIAL DESCRITO EN EL PAPEL PARA OTRO PROPOSITO QUE EL PERMITIDO

EDICION

FACULTAD DE QUIMICA

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION

1 PROYECTO

CLIENTE

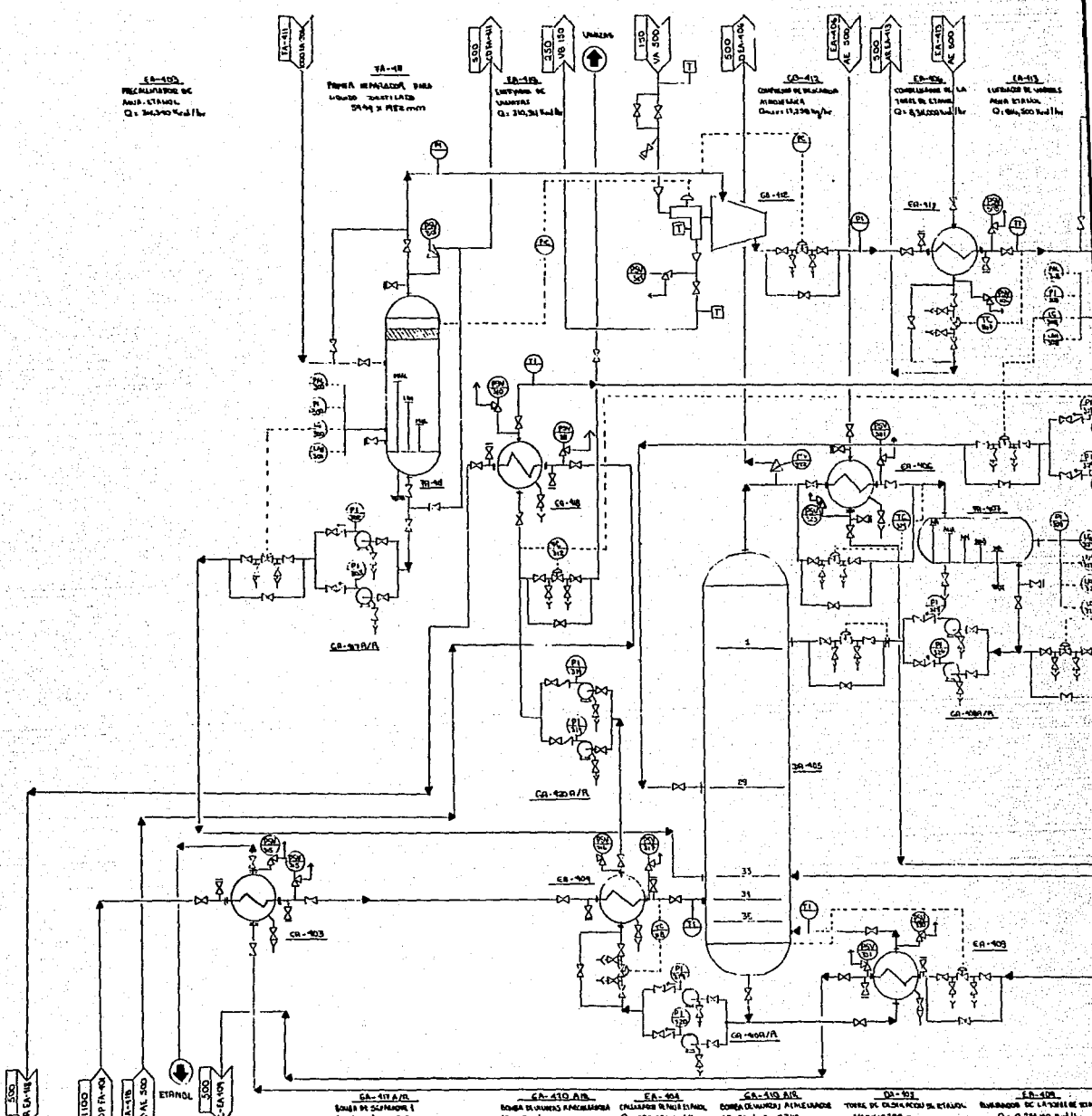
PLANTA DE PRODUCCION DE ETANOL POR FERMENTACION PANUICO, VERACRUZ.

INICIADO APROBADO FECHA

ESC %

DIB II

REV "0"



EA-100  
PRECALENTADOR DE  
AGUA CALIENTE  
Q = 34,340 kcal/hr

TA-101  
PARRA REFRIGERADA PARA  
LUBRIFICANTES  
Q = 210,34 kcal/hr

EA-101  
LUBRIFICANTE DE  
VAPOR  
Q = 210,34 kcal/hr

EA-102  
LUBRIFICANTE DE  
VAPOR  
Q = 210,34 kcal/hr

EA-103  
LUBRIFICANTE DE  
VAPOR  
Q = 210,34 kcal/hr

EA-104  
LUBRIFICANTE DE  
VAPOR  
Q = 210,34 kcal/hr

EA-105  
LUBRIFICANTE DE  
VAPOR  
Q = 210,34 kcal/hr

EA-106  
LUBRIFICANTE DE  
VAPOR  
Q = 210,34 kcal/hr

EA-107  
LUBRIFICANTE DE  
VAPOR  
Q = 210,34 kcal/hr

EA-108  
LUBRIFICANTE DE  
VAPOR  
Q = 210,34 kcal/hr

EA-109  
LUBRIFICANTE DE  
VAPOR  
Q = 210,34 kcal/hr

EA-110  
LUBRIFICANTE DE  
VAPOR  
Q = 210,34 kcal/hr

EA-111  
LUBRIFICANTE DE  
VAPOR  
Q = 210,34 kcal/hr

EA-112  
LUBRIFICANTE DE  
VAPOR  
Q = 210,34 kcal/hr

EA-113  
LUBRIFICANTE DE  
VAPOR  
Q = 210,34 kcal/hr

EA-114  
LUBRIFICANTE DE  
VAPOR  
Q = 210,34 kcal/hr

EA-115  
LUBRIFICANTE DE  
VAPOR  
Q = 210,34 kcal/hr

EA-116  
LUBRIFICANTE DE  
VAPOR  
Q = 210,34 kcal/hr

EA-117  
LUBRIFICANTE DE  
VAPOR  
Q = 210,34 kcal/hr

EA-118  
LUBRIFICANTE DE  
VAPOR  
Q = 210,34 kcal/hr

EA-119  
LUBRIFICANTE DE  
VAPOR  
Q = 210,34 kcal/hr

EA-120  
LUBRIFICANTE DE  
VAPOR  
Q = 210,34 kcal/hr

DIBUJOS DE REFERENCIA	DIA.	VER.	SPVR	ING. ESP.	DEPTO.	DIV.	GIE.	PROYECTO	CLIENTE	FQ.
-----------------------	------	------	------	-----------	--------	------	------	----------	---------	-----

ESTE TRABAJO INCLUYENDO EL MATERIAL PATENTADO O FACILIDAD DE QUIMICA Y SU USO ESTA CONDICIONADO A O PARCIALMENTE Y NO EMPLEAR ESTE NI EL MATERIAL QUE EL PERMITIDO

PLANTA DE PRODUCCION DE E PANUCCO. VERACRUZ



**FALTA PAGINA**

No. 250

### II.8.1 Generalidades

Existen diferentes arreglos de RACK de tuberías los cuales se dispondrán de acuerdo al sentido del flujo del proceso así como la distancia y cantidad de equipos que se tengan.

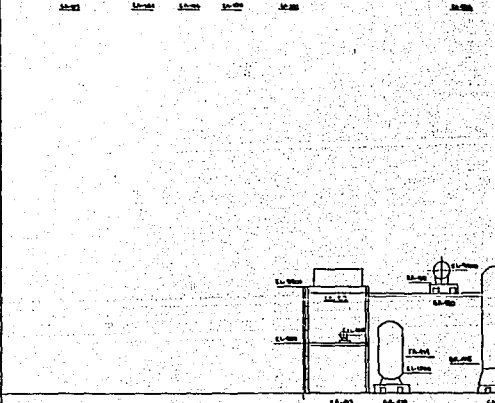
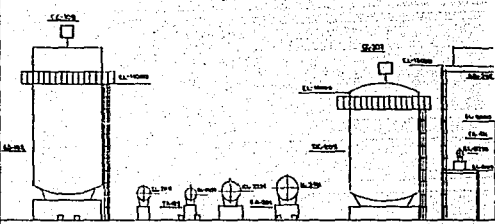
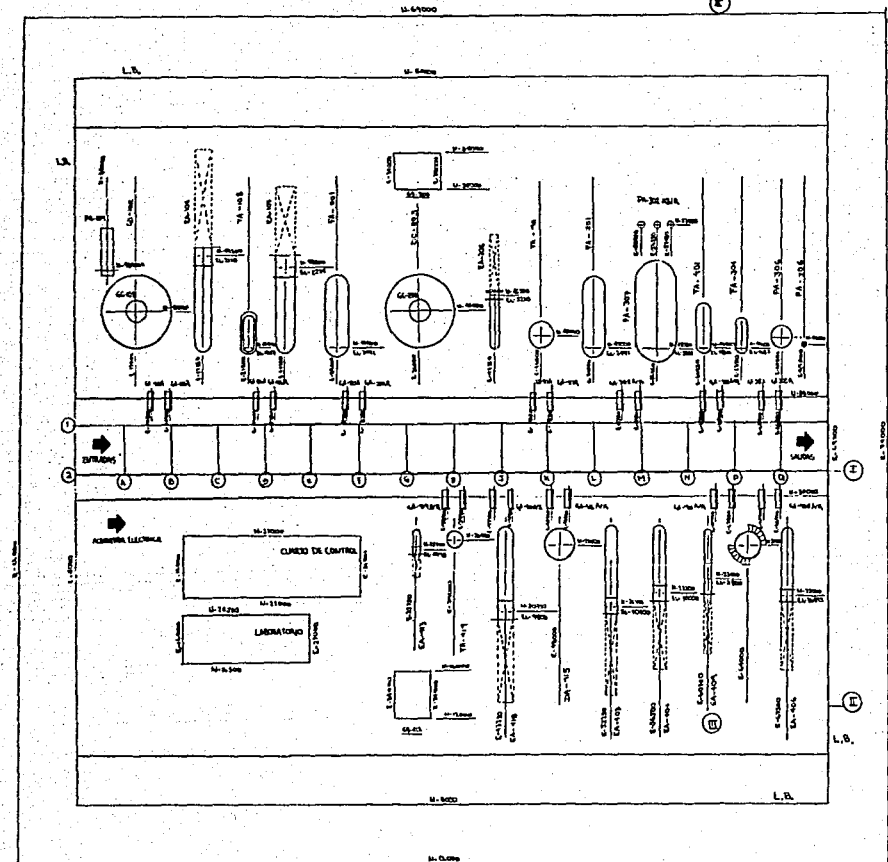
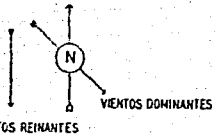
Se realizaron diferentes acomodos analizando el flujo de proceso. Tratando de acomodar los equipos considerando lo siguiente:

- Su mantenimiento
- Su operación
- Su seguridad.

tomando en cuenta estos aspectos se colocaron los equipos y se designaron las distancias razonables con la ayuda de tablas de distancias mínimas entre equipos; y por supuesto siguiendo estrictamente el flujo descrito en el diagrama de flujo de proceso.

Se observó que sólo el arreglo tipo I y L se ajustaban mejor al proceso; de modo que se hicieron los equipos a escala para acomodarlos en esos dos arreglos, seleccionándose al final el arreglo tipo I.

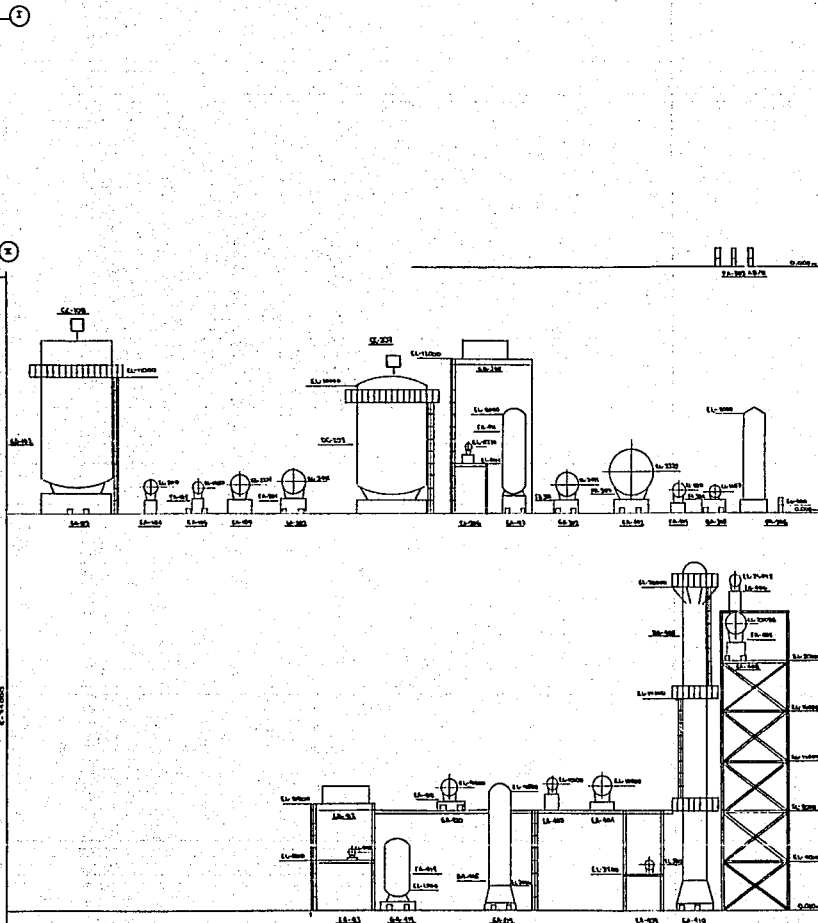
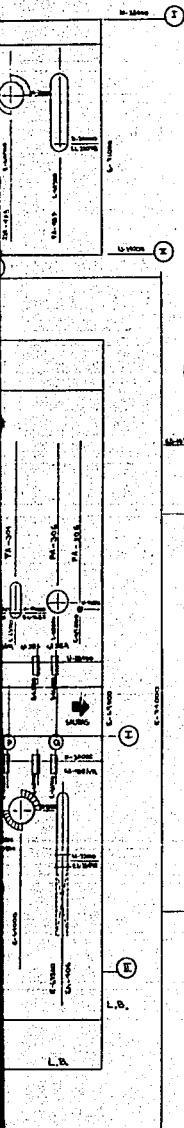




DIBUJOS DE REFERENCIA	D.F.	VER	SPVR	ING. ESP.	J. DEPIQ.	J. DIV.	CIE.	J. PROYECTO	CLIENTE	FQ.

ESTE TRABAJO INCLUYENDO EL MATERIAL PATENTADO CONTIENE INFORMACIÓN DE LA FACULTAD DE QUÍMICA Y SU USO ESTÁ CONDICIONADO A QUE EL USUARIO O PARCIALMENTE Y NO EMPLEAR ESTE NI EL MATERIAL DESCRITO EN EL QUE EL PERMITIDO

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ETANOL PANUJO, VERACRUZ.



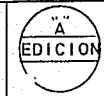
DA-405	Torre de destilación de alcohol	3000x13900 mm
DA-415	Torre de recuperación de alcohol	2380 x 11574 mm
DC-203	Condensador de evaporador	6000x 9340 mm
EA-104	Precondensador de columnas rectificadora	1118 x 8200 mm
EA-101	Estadador de columnas rectificadora	1416 x 1313 mm
EA-106	Refrigerador del fermentador	340 x 1987 mm
EA-403	Precondensador de agua alcohol	940 x 1345 mm
EA-404	Condensador de agua alcohol	1021 x 1651 mm
EA-406	Condensador de la torre de alcohol	911 x 6076 mm
EA-409	Refrigerador de las torres de alcohol	633 x 1611 mm
EA-413	Estadador de evaporador agua alcohol	576 x 1750 mm
EA-416	Condensador de Vapor agua	1313 x 5016 mm
FA-105	Tanque de almacenamiento	450 x 3400 mm
FA-204	Tanque de retención de columnas rect.	1961 x 5544 mm
FA-201	Tanque de retención del fermentador	1491 x 3744 mm
FA-204	Tanque de retención de los torres	712 x 2444 mm
FA-401	Tanque de retención de agua	1720 x 3650 mm
FA-401	Tanque separador de destilados	1171 x 3030 mm
FA-411	1° Separador de Vap. agua destilado	1191 x 3403 mm
FA-411	2° Separador de Vap. agua destilado	3026 x 8076
CA-104-1R	Bomba de succión de alcohol	30.18 HP
CA-202-1R	Bomba de succión del refrigerante frío	31.15 HP
CA-302-1R	Bomba de succión del fermentador	26.73 HP
CA-302-1R	Bomba de succión de los torres	5.23 HP
CA-402-1R	Bomba de succión de agua alcohol	16.84 HP
CA-402-1R	Bomba de agua de los torres	25.34 HP
CA-402-1R	Bomba de alimentación de columnas rectificadora	31.85 HP
CA-404	Bomba de alimentación de la torre de alcohol	10.65 HP
CA-413-1R	Bomba de alimentación de la torre de alcohol	16.37 HP
CA-413-1R	Bomba de succión de la torre de alcohol	1.75 HP
CA-416	Bomba de succión de los torres	7.21 HP
CB-305	Compresor de vapor de la evaporación	56.50 HP
CB-411	Compresor de vapor alcohol en un	1725 HP
CC-108	Agitador del tanque de maceración	240 HP
CC-108	Agitador del fermentador de maceración	190 HP
GD-101	Tanque de maceración	5629 x 11735 mm
FA-105	Almacenador de los destilados	Ø 1118 x 3031
FA-305-1R	Condensador Separador de los destilados	65.1165 mm
FA-306	Columna de Destilado	1150 x 4720 mm
CA-104	Cilindro	157 x 670 mm
FA-301	Falso Condensador	Ø 1118 x 3031 mm

**NOTAS:**

1. LAS DIMENSIONES DEL ALIMENTADOR DE BIENESTAR FA-105 Y DE LOS ALIMENTADORES DE VAPOR DE DESTILADO Y FERMENTADOR DE ALMAHAY, CC-108 Y CC-101, RESPECTIVAMENTE SON APROXIMADAS.
2. EL QUIMICA DEL DESTILADO FA-305 Y EL QUIMICA DE SELECCIÓN LABORATORIA FA-301 ESTAN FUERA DE CUESTA DE QUIMICA, SUS DIMENSIONES ESTAN DENTRO DEL PLANO DE DISEÑO.

F.Q.

ESTE TRABAJO HICIERONDO EL MATERIAL PATENTADO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL DE FACULTAD DE QUIMICA. Y SU USO ESTA CONDICIONADO A QUE EL USUARIO ACEPTA NO COPIARLO TOTAL O PARCIALMENTE Y NO EMPLEAR ESTE NI EL MATERIAL DESCRITO EN EL PAPEL PARA OTRO PROPOSITO QUE EL PERMITIDO



FACULTAD DE QUIMICA

PLOT PLANT

C.T.E.	PROYECTO	CLIENTE	PLANTA DE PRODUCCION DE ETANOL POR FERMENTACION PANUCCO, VERACRUZ.	INICIADO APROXADO/FECHA	ESC 1:200	D13 II	REV "I"
--------	----------	---------	--	-------------------------	-----------	--------	---------

II.9.1 Condiciones de seguridad en las instalaciones y áreas de trabajo

II.9.1.1 Espacio libre

La altura de piso a techo es de 4 m y la superficie libre por trabajador es de 9 m<sup>2</sup>.

II.9.1.2 Techo

Los techos deben ser diseñados para soportar la acción de las fuerzas debidas a los fenomenos meteorológicos, deben ser impermeables y de materiales que sean aislantes térmicos. debiendo soportar las cargas fijas y moviles que se presenten en ella.

Esta información debe ser desarrollada por Ingeniería Civil.

II.9.1.3 Paredes

Los paramentos de las paredes deben mantenerse limpios y en el interior tener colores en tonos claros con acabado maté, contrastante con el color de el equipo. De acuerdo con NOM.

Cuando por alguna situación se requiera alguna abertura mayor a 1.5 m, deberá evitarse tal riesgo a los trabajadores con protecciones y señalización de las áreas de riesgo.

#### II.9.1.4 Pisos

Todos los pisos deben mantenerse limpios y tener superficies antirresbalantes ( huellas de escalones, pasadizos, plataformas, todo lugar donde transiten los trabajadores ).

Las áreas de los pisos destinadas al tránsito, estacionamiento de vehículos, maniobras, deben ser exclusivas para el uso a que se destinen, se delimitarán mediante barandillas o con franjas de color amarillo pintadas en el piso y marcas, avisos o señales. De acuerdo con NOM.

En los pisos debe disponerse de un sistema de drenaje con rejillas, coladeras con mantenimiento adecuado, para evitar el estancamiento de líquidos. En donde lo señalen los reglamentos, los sistemas de drenajes deberán estar separados en: residuales, pluviales y de servicios.

#### II.9.1.5 Patios

Los patios donde laboren trabajadores estarán suficientemente drenados para impedir encharcamientos de líquidos. Los espacios confinados como: zanjas, registros u otras aberturas y desniveles que existan en estos patios, deben tener protecciones como cubiertas, cercas o resguardos y avisos de seguridad para evitar riesgos a los trabajadores, así como un control estricto de maniobras y la ubicación cercana de equipos de rescate.

Las puertas de acceso a los patios de los centros de trabajo deben ser exclusivas para el uso a que se destinen y tener suficiente espacio para permitir el tránsito de trabajadores o vehículos así como tener señales y avisos de seguridad.

Los cruzamientos de andadores para peatones y caminos para vehículos deben estar protegidos por barreras o por señales de seguridad audibles, visibles o ambas. De acuerdo con NOM-15.

#### II.9.1.6 Escaleras

Todos los niveles estarán comunicados por escaleras que deben tener un ancho mínimo de 1.2 m para el tránsito de los trabajadores. Los descansos de las escaleras tendrán un ancho igual al ancho de las escaleras. El ancho de las huellas de los escalones será de 30 cm y tendrán un peralte de 15 cm.

Las escaleras deberán tener barandillas en los lados descubiertos dispuestas paralelamente a la inclinación de la escalera con una altura de 90 cm. Los balaustres de las barandillas se colocarán a una distancia de 1.5 m con una baranda intermedia.

El extremo de las narices de los escalones debe ser roma. Las escaleras deben tener un espacio sin obstrucciones, con una altura no menor de 2.5 m. En las escaleras que estén cubiertas en su parte lateral con muros, se dispondrá de un pasamanos con una altura de 90 cm. Estos pasamanos deben ser continuos, lisos y pulidos, y deberán conservarse limpios. Los pasamanos deben fijarse a la pared por medio de anclas aseguradas en la parte inferior del pasamanos.

### II.9.1.7 Escalas fijas

Las escalas fijas que se instalen deberán ser metálicas, capaz de soportar las condiciones ambientales destructivas a que estarán expuestos, y en el caso de que exista riesgo eléctrico o de incendio, deberán estar hechas de materiales dieléctricos o proveerse del adecuado aislamiento, y materiales incombustibles respectivamente.

Las escalas fijas tendrán un ancho de 50 cm y una distancia entre peldaños de 25 cm. Deben instalarse de manera que:

- a) La separación entre el frente de los escalones y los objetos más próximos al lado del ascenso será de 80 cm.
- b) En la parte posterior de las escalas, la distancia entre los escalones y objetos sobresalientes será de 25 cm.
- c) Se dispondrá de dos espacios libres de 20 cm medidos en sentido transversal y hacia afuera de ambos laterales de la escala.
- d) La inclinación de la escala medida en el lado opuesto al de ascenso será de 85.

Las escalas fijas tendrán protección circundante a partir de 2 m del piso, y hasta 90 cm por encima del último nivel al que se asciende. Cuando la latura de la escala sea mayor a 6 m, deberá estar diseñada de manera que permita el uso de dispositivos de seguridad, como cinturones de seguridad, a fin de evitar caídas a los trabajadores. De acuerdo con NOM. Las estructuras laterales en las que se soporten los peldaños de las escaleras deben prolongarse por encima del último peldaño 90 cm, y deben ser pulidas, y cotínuas.

Las escalas fijas tendrán descansos y plataformas cada 8 m de altura, los mismos deben tener barandillas de 90 cm de altura en los lados descubiertos. Se colocará cada sección en forma alterna de un lado y otro de los descansos.

#### II.9.1.8 Plataformas elevadas

Las plataformas elevadas deben tener barandillas fijas de 90 cm de altura en los lados descubiertos. En las plataformas usadas exclusivamente para soportar motores o equipos, se puede omitir la barandilla donde no sea necesaria.

La altura libre sobre la superficie de las plataformas elevadas debe ser, como mínimo, de 2.5 m.

#### II.9.1.9 Manejo de sustancias tóxicas

En las áreas de trabajo donde se manejan sustancias tóxicas, los patrones adoptarán las medidas para prevenir y proteger a los trabajadores contra los riesgos de intoxicaciones teniendo en consideración lo siguiente:

- a) Las características nocivas de las sustancias.
- b) Las características estructurales de las áreas de trabajo.
- c) Los sistemas técnicos de control disponibles como la ventilación.
- d) Los contaminantes de las áreas de trabajo tales como agentes físicos, químicos o biológicos, capaces de alterar las condiciones del ambiente de trabajo y que, por sus propiedades, concentración, nivel y tiempo de acción puedan alterar la salud de los trabajadores.
- e) El uso del equipo de protección personal correspondiente.

En los casos donde no es posible aplicar los puntos anteriores, como es el caso del filtro y las centrifugas, se dispondrá lo siguiente:

- a) Aislar las fuentes de contaminación de los equipos, con el fin de evitar su propagación.
- b) Interponer medios entre la fuente y los trabajadores para aislarlos.
- c) Proporcionar a los trabajadores el equipo de protección personal específico al riesgo y con las características que señalan las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.

En las áreas de trabajo donde se manejen sustancias tóxicas, los patrones harán lo siguiente:

- a) Elaborar los manuales de procedimientos de seguridad e higiene, los cuales contendrán las instrucciones específicas para que los trabajadores identifiquen y eviten los posibles daños a su salud al manejar dichas sustancias.
- b) Elaborar las hojas de datos de seguridad por sustancia que se maneje. Ver apéndice 1.
- c) Capacitar y adiestrar a los trabajadores en los procedimientos seguros para prevenir los riesgos específicos a su salud.
- d) Establecer por escrito los trabajos peligrosos que entrañen exposición a dichas sustancias que requieren autorización para realizarse.

En nuestra planta estos trabajos son los siguientes:

- Operación normal del reactor.
- Mantenimiento de los equipos de proceso.



e) Conservar su registro y llevar un control de dichas autorizaciones.

En las áreas de trabajo donde se manejan sustancias tóxicas, las operaciones se harán de manera que se eviten fugas, derrames o emanaciones que dañen a los trabajadores. Estas áreas deben mantenerse limpias y ordenadas.

En las áreas de trabajo en las que existen recipientes fijos o móviles para contener sustancias tóxicas, se dispondrán de instalaciones tales que, en caso de accidente, de derrame de líquidos o fuga de gases, impidan su escurrimiento o dispersión, respectivamente, a fin de limitar la contaminación de áreas vecinas y evitar daños a los trabajadores.

La descarga de materiales de desecho no se hará en las redes del drenaje local.

El transporte de las sustancias tóxicas en las áreas de trabajo debe hacerse a través de sistemas de tuberías, en recipientes portátiles o en equipos similares cerrados herméticamente, provistos, en su caso, de dispositivos de relevo de presión y con las características que señalen las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes. Los equipos y sistemas de tuberías utilizados para el transporte deben estar marcados o pintados para identificar la sustancia que contienen, de conformidad con lo que señalen las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes. Además tendrán, con motivo de reparaciones o mantenimiento, sistemas que permitan interrumpir el flujo de las sustancias y su aislamiento, a fin de evitar fugas o derrames.

En el área donde se encuentran el filtro y las centrifugas se instalarán dispositivos de extracción de gases, con el motivo de eliminar los vapores de Etanol escapados, los cuales cumplirán con lo señalado en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.

Para la eliminación de dichos vapores se respetarán las leyes sanitarias y las del mejoramiento del ambiente.

Se promoverá que se determinen las condiciones de salud de los trabajadores que están en contacto con las sustancias tóxicas, así como que se detecten las manifestaciones iniciales de las enfermedades de los mismos, en relación con su exposición a las sustancias mencionadas.

#### II.9.1.10 Sustancias químicas capaces de generar contaminación en el ambiente laboral

Para la adopción de las medidas preventivas, se tomarán en cuenta la naturaleza del trabajo y, en su caso, lo siguiente:

- a) Las características de las fuentes generadoras.
- b) Las características físico-químicas de las sustancias.
- c) Las características, la naturaleza, el tiempo y la frecuencia de la exposición de los trabajadores a dichas sustancias.

Se adiestrará y capacitará a los trabajadores en los procedimientos de seguridad y medidas preventivas para proteger su salud frente a los riesgos específicos.

Para llevar a cabo el reconocimiento de la fuentes de emisión de los contaminantes se realizará lo siguiente:

- a) Identificar los contaminantes.

- b) Conocer las características tóxicas de las sustancias y las alteraciones que produzcan en la salud de los trabajadores.
- c) Identificar las fuentes generadoras.
- d) Delimitar las zonas donde exista el riesgo de exposición.
- e) Determinar el número de trabajadores potencialmente expuestos.
- f) Señalar con avisos de seguridad, los locales de almacenamiento y las zonas de exposición a dichas sustancias. Los avisos deberán estar colocados en lugares visibles y ajustarse a NOM-S-15.

Para efectuar la evaluación se mostrará y cuantificará periódicamente los niveles de concentración, aplicando los métodos e instrumentos que señalen las Normas Oficiales Mexicanas.

Cuando la sustancia química ( Etanol ) rebase los niveles de concentración de 1000 ppm o su equivalente a 1900 mg/m<sup>3</sup> se deberán aplicar las siguientes medidas en el orden siguiente:

- a) Reducir al mínimo la sustancia química contaminante.
- b) Efectuar modificaciones en los equipos o en los procedimientos de trabajo.

Cuando nos sea posible reducir la sustancia a los límites permisibles, se deberán adoptar, en su orden, alguna de las siguientes medidas:

- a) Aislar las fuentes de contaminación en los procesos, los equipos o las áreas.
- b) Aislar a los trabajadores.

- c) Limitar los tiempos y frecuencias en que el trabajador esté expuesto a la sustancia contaminante.
- d) Dotar a los trabajadores del equipo de protección específico al riesgo.

#### II.9.1.11 Condiciones térmicas elevadas

Cuando el TBGH sea mayor a los 30°C, en tanto se establezcan las medidas de control, se deberán adoptar medidas preventivas, tomando en cuenta la naturaleza del trabajo y en su caso lo siguiente:

- a) Las características fisiológicas de los trabajadores expuestos ( ver anexo 1 del instructivo 15 ).
- b) La naturaleza, el tiempo y la frecuencia de la exposición.
- c) Las características de los lugares donde se realiza el trabajo.
- d) Las características del proceso de producción.
- e) Las características de las fuentes que generan estas condiciones.
- f) Las condiciones climatológicas del lugar.

Para realizar el reconocimiento, evaluaciones y control se sugiere consultar la tabla 1 y el anexo 1 del instructivo No. 15 del Reglamento de Seguridad e Higiene vigente.

### II.9.1.12 Ventilación

Debido a nuestras condiciones térmicas elevadas y atmósferas inflamables es necesario mantener una ventilación natural para obtener la cantidad de oxígeno para la respiración entre un 18 y un 21% en volumen, considerando una presión ambiental entre 522 y 860 mmHg. Cuando no se puede obtener la cantidad de aire requerida, especificada anteriormente, por medio de ventilación natural, se debe suministrar aire por medio de ventilación artificial. Estos dispositivos no deben de colocarse de tal modo que los trabajadores se encuentren en la entrada y salida de aire de estos.

En las áreas de trabajo en las que por naturaleza del proceso laboral se generen gases y vapores de etanol se dispondrá de un sistema para extraerlo, a fin de mantener en todo momento las condiciones permisibles para la exposición de los trabajadores ( 1900 mg/m<sup>3</sup> ).

La existencia del sistema de extracción de aire implica contar con otro para la reposición del aire extraído. El aire de reposición deberá estar libre de contaminantes.

Se deberá observar las medidas establecidas por la legislación nacional en materia ecológica.

### II.9.1.13 Protección personal para los trabajadores

A) Protección de la cabeza.

Uso obligatorio del casco de seguridad en la planta.

B) Protección de los oídos.

Uso de tapones en las áreas de compresión.

C) Protección de cara y ojos.

Uso obligatorio de anteojos de protección personal en zona de destilación, filtrado y secado.

D) Protección respiratoria.

Uso obligatorio de mascarilla en las zonas de filtrado y de secado.

E) Protección del cuerpo y de los miembros.

Uso obligatorio de guantes y mangas en toda la planta.

Uso obligatorio de botas con casquillos en toda la planta.

Uso obligatorio de mandiles en la zona de destilación, esterilización y en alimentación de sólidos.

Uso obligatorio de ropa antiestática en toda la planta.

#### II.9.1.14 Botiquines para primeros auxilios.

El equipo de primeros auxilios para las áreas de trabajo debe contener, como mínimo, lo siguiente:

MATERIAL	CANTIDAD
Mascarilla para respiración artificial	1
Apósitos estériles de 6 x 10 cm	6
Apósitos estériles de 10 x 10 cm	3
20 x 25 cm	3
25 x 40 cm	3
Vendas elásticas de ancho 5 cm	2
10 cm	2
Venda de gasa de ancho 5 cm	2
10 cm	2
Venda triangular	1
Tela adhesiva de ancho 2.5 cm	1
5 cm	1
Tijera angular de botón	1
Alfileres de seguridad grandes	6
Cojín de hule espuma de 15 x 30 x 50 cm	1
Abatelenguas	1 caja
Férulas de cartón de 15 x 50 cm	4

Una caja de fácil transportación para guardar el material descrito anteriormente.

## II.9.2 Prevención y protección contra incendios

### II.9.2.1 Aislamiento de las áreas donde se manejen sustancias que implican alto riesgo de incendio

Las sustancias que impliquen alto riesgo de incendio, deben mantenerse identificadas con letreros y señalados con avisos de seguridad, de acuerdo con NOM-S-15.

El aislamiento de las áreas debe hacerse separando éstos por distancia o por pisos, muros o techos resistentes al fuego. Uno u otro tipo de separación, deben seleccionarse y determinar sus dimensiones tomando en cuenta los procesos o actividades y las sustancias que se manejen. Las áreas o edificios destinados al manejo de sustancias que impliquen un alto riesgo de incendio, deben cumplir con lo siguiente:

- a) Ser de materiales resistentes al fuego.
- b) Con la ventilación que técnicamente se requiera para evitar el riesgo de explosión.
- c) Aislados de cualquier fuente de calor, que técnicamente evite el riesgo de incendio o explosión.
- d) Con instalación y equipos eléctricos de conformidad con lo que establece la Norma Técnica de instalaciones eléctricas.
- e) Los equipos capaces de generar electricidad estática deben estar eléctricamente conectados a tierra.
- f) En la entrada y en el interior, colocar avisos en lugares visibles que indiquen los riesgos específicos; así como con advertencias de "NO FUMAR" ni emplear ningún tipo de elementos inflamables, de acuerdo con NOM-S-15.



En los recipientes fijos colocados en el interior de áreas o edificios y que almacenen líquidos inflamables, se deben instalar dispositivos de relevo de presión que deben descargar hacia otros lugares, donde no provoquen riesgos de incendio o explosión.

En las áreas o edificios donde se manejen sustancias que impliquen alto riesgo de incendio, se deben disponer recipientes con tapa, que ajuste de tal forma que no permita que escape ningún fluido. El patrón debe establecer por escrito los procedimientos para prevenir los riesgos de incendio y proporcionarlos a los trabajadores.

#### II.9.2.2 Características y especificaciones de las salidas normales y de emergencia

Todas las áreas de trabajo deben tener salidas normales y de emergencia para permitir el desalojo rápido de los trabajadores. Se debe disponer de salidas de emergencia en el caso de que el tiempo para desalojar a los trabajadores por las salidas normales sea superior a 3 minutos, o cuando sólo exista una salida normal. La dimensión de las salidas normales y de emergencia, en su caso, debe ser tal que permita desalojar a los trabajadores en un tiempo máximo de 3 minutos. Deben estar libres de obstáculos que impidan el tránsito de los trabajadores.

Estas salidas normales y de emergencia estarán dispuestas de tal forma que para ir del sitio de trabajo a la salida más próxima, la distancia a cubrir no debe exceder de:

- a) 15 m en donde exista alto riesgo.
- b) 30 m en los demás casos.

Las salidas de emergencia deben dar acceso a espacios libres de riesgo de incendio. Deben identificarse mediante letreros y señales visibles ( en forma permanente aún en caso de falla de energía eléctrica ) que indiquen la dirección y ubicación de las mismas. Los elevadores no deben ser considerados salidas de emergencia y en ellos se debe colocar un aviso que indique: "NO USE EN CASO DE INCENDIO".

Los pasadizos, corredores, puertas y escaleras de emergencia deben considerarse parte o elementos de las de emergencia, y estos deben:

- a) Ser resistentes al fuego.
- b) Estar libres de obstáculos que impidan el tránsito de los trabajadores.
- c) Dar acceso a espacios libres de riesgo de incendio.
- d) Identificarse con letreros y señales visibles que indiquen la dirección y ubicación de los mismos.
- e) Tener iluminación permanente, aún en caso de falla de la energía eléctrica.
- f) Su dimensión debe ser tal que permita desalojar a los trabajadores en un tiempo máximo de 3 minutos.

Las puertas de las salidas de emergencia deben:

- a) Abrir en el sentido de la salida hacia afuera.
- b) Poder abrirse fácilmente por cualquier trabajador, para lo cual deben estar libres de picaportes echados durante las labores.
- c) Comunicar a un descanso, en el caso de dar acceso a una escalera.

### II.9.2.3 Equipo para la extinción de incendios

Las áreas y edificios de trabajo estarán provistos de equipos para la extinción de incendios en relación al grado de riesgo alto y las clases B y C de fuego ( según el código norteamericano BS-EN2 ), fuegos que implican líquidos o sólidos y fuegos que implican gases respectivamente, que entrañan las sustancias que se manejan en ellos.

Se dispondrán equipos de extinción de incendio tanto portátiles (manuales y sobre ruedas) como fijos (manuales y automáticos). Su localización en las áreas o edificios se determinará de acuerdo a el grado de riesgo en dichos sitios, colocándose por cada 200 m<sup>2</sup> de superficie un extintor portátil de la capacidad y tipo requeridos para los riesgos específicos. En las zonas de alto riesgo se colocará además un sistema de equipo fijo. Los equipos para la extinción de incendios portátiles manuales deben cumplir con lo siguiente:

- a) Colocarse a un distancia de 25 m de separación entre uno y otro.
- b) Colocarse a una altura de 1.50 m medidos del piso a la parte más alta del extintor.
- c) Sujetarse en tal forma que se puedan descolgar fácilmente para ser usados.
- d) Colocarse en sitios donde la temperatura no exceda de 50°C y no sea menor de 0°C.
- e) Colocarse en sitios visibles, de fácil acceso y coservarse sin obstáculos.
- f) Señalarse en donde esté colocado, de acuerdo con NOM-S14-1971 y NOM-S-15-1971.

- g) Estar sujetos a mantenimiento y control que aseguren su funcionamiento llevando registro con la siguiente información: fechas de adquisición, inspección, revisión de cargas, recargas y pruebas hidrostáticas.

Los equipos para la extinción de incendios portátiles sobre ruedas, deben cumplir con lo siguiente:

- a) Estar protegidos de la intemperie.
- b) Colocarse en lugares visibles, de fácil acceso y libres de obstáculos.
- c) Colocarse en sitios donde la temperatura no exceda de 50°C y no sea menor de 0 °C.
- d) Señalarse, en donde se coloque, de acuerdo con NOM-S-14-1971 y NOM-S-15-1971.
- e) Estar sujetos a mantenimiento y control que aseguren su funcionamiento llevando registro con la siguiente información: fechas de adquisición, inspección, revisión de cargas, recargas y pruebas hidrostáticas.

Los equipos fijos para la extinción de incendios deben cumplir con lo siguiente:

- a) Tener sus especificaciones de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana correspondiente.
- b) Colocar los dispositivos que deban operarse manualmente, en sitios de fácil acceso y libres de obstáculos para su uso inmediato.
- c) Proteger de la intemperie.
- d) Estar sujetos a mantenimiento y control que aseguren su funcionamiento llevando registro con la siguiente información: fechas de instalación, inspección, revisión y pruebas.

e) El sitio donde se coloquen los dispositivos de operación debe estar señalado para su fácil localización de acuerdo a NOM-S-15.

f) Tener una fuente autónoma para el suministro de energía eléctrica.

El patrón dará capacitación y adiestramiento a los trabajadores en las áreas y edificios de trabajo, sobre el uso y manejo del equipo de extinción de incendios.

#### II.9.2.4 División de la planta por zonas de riesgo <sup>(42)</sup>, <sup>(43)</sup>

Se aplicarán las Normas NFPA 497A y NFPA 497M de la National Fire Protection Association para la localización de sitios que presentan riesgo de incendio, y la Norma BS 5345: Part 1: 1976 de la British Standard para la división de la planta por zonas de riesgo.

La notación y representación seguidas son las siguientes:

AREA	SIGNIFICADO	ESQUEMA
Zona 0	En la cual una mezcla explosiva gas-aire está continuamente presente o presente por periodos largos.	
Zona 1	En la cual una mezcla explosiva gas-aire probablemente está presente en la operación normal.	
Zona 2	En la cual una mezcla explosiva gas-aire probablemente no está presente en la operación normal, y si existe será sólo por un periodo breve.	
Div. 1	Una mezcla inflamable probablemente está presente de manera continua o intermitente bajo condiciones normales de operación, reparación, mantenimiento o drene.	
Div. 2	Una mezcla inflamable probablemente está presente bajo condiciones anormales de operación, tales como la falla de equipo de proceso.	

Ver dibujo de planta.

#### II.9.2.5 Electricidad estática

En las áreas y edificios donde se manejen sustancias inflamables las paredes, pisos y techos deben ser de material tal que evite la generación y acumulación de cargas de electricidad estática.

En las áreas y edificios donde puedan existir atmósferas peligrosas en el ambiente laboral se debe dar cumplimiento a lo establecido en el instructivo No. 16 del reglamento de seguridad e higiene. Se tomará como precaución mantener la humedad relativa del aire entre 50 y 60% para eliminar la acumulación de electricidad estática.

Las áreas de trabajo y tanques deberán estar dotados con protección de pararrayos contra descargas atmosféricas y sistema de tierras contra electricidad estática, de acuerdo a la NOM correspondiente.

Las instalaciones metálicas que no estén destinadas a conducir la energía eléctrica deben ser conectadas eléctricamente a tierra.

El equipo y maquinaria metálico que no estén destinados a conducir la energía eléctrica, deberán ser conectados eléctricamente a tierra. Todos los equipos tales como sopladoras, bombas, secadores, motores, etc. deberán ser individualmente y permanentemente puesto a tierra, mediante una barra de tierra o ligarse al armazón estructural del edificio.

Las tuberías metálicas donde se transporta etanol, ya sea en forma de vapor o líquido, deberán ser punteadas y conectadas eléctricamente a tierra.

En la carga de los autotranques y carrostanque, estos deberán ser conectados eléctricamente a tierra, así como sus accesorios y dispositivos que puedan acumular electricidad estática, deben ser punteados y conectados a la línea de tierra.

Para evitar la generación de electricidad estática en los recipientes, se deberá de utilizar un tubo de descarga que está en contacto con el fondo del recipiente.

Los conductores de punteo y de línea a tierra deben ser de una resistencia eléctrica máxima de 25 Ohms. En el circuito de puesta a tierra donde se pudiera acumular en el mismo, cargas de electricidad estática, la resistencia máxima será de 5 Ohms, el circuito debe seguir el camino más corto posible a tierra.

### II.9.3 Dispositivos de seguridad en los equipos

#### II.9.3.1 Partes móviles de la maquinaria y equipo de transmisión mecánica

Los dispositivos de seguridad son:

- a) Proporcionar una protección total.
- b) Prohibir el acceso de personas a la zona de peligro mientras la máquina esté en funcionamiento.
- c) Permitir el movimiento libre del trabajador.
- d) Permitir el proceso de la producción.
- e) Estar sujetos de manera que ningún golpe o vibración de maquinaria pueda aflojarlos o soltarlos.
- f) Poder utilizarlos por largo tiempo con un mínimo de conservación.
- g) Resistir el uso normal, golpes y choques accidentales.
- h) Resistir el fuego y la corrosión.



- i) Permitir la reparación y mantenimiento de la maquinaria con facilidad.
- j) Facilitar su mantenimiento, conservación y limpieza.
- k) Estar lisos, con esquinas pulidas, sin filos, astillas o superficies dentadas.

Para reguardar elementos de transmisión de energía mecánica tales como volantes, bandas, flechas u otros, estos deben estar rodeados de barandillas con pretilas, los cuales deben estar fijadas al piso o plataforma de trabajo y tener como mínimo una altura de 90 cm.

#### II.9.3.2 Dispositivos de seguridad en el punto de operación

La maquinaria deberá tener dispositivos de seguridad en el punto de operación, tomando en cuenta lo siguiente:

- a) Estar integrados a la unidad.
- b) Evitar que constituyan fuentes de riesgo.
- c) Evitar que debiliten la estructura de la maquinaria en la que se instalen.
- d) Evitar que interfieran con la operación.
- e) Permitir los ajustes necesarios en el punto de operación.
- f) Permitir el desalojo rápido del material de desperdicio.
- g) Facilitar su mantenimiento, conservación y limpieza general.
- h) Permitir la visibilidad necesaria para efectuar la operación.
- i) Estar fijos y lo suficientemente rígidos para hacer su función segura.

Todo equipo o maquinaria capaz de generar o almacenar electricidad estática debe estar conectado eléctricamente a tierra, en la forma que señale la Norma Técnica para Instalaciones eléctricas en vigor.

#### II.9.4 Condiciones de seguridad para el transporte y manejo de sustancias inflamables

##### II.9.4.1 Areas de trabajo

Se adoptarán las medidas siguientes;

- a) Las paredes, pisos y techos deben ser de materiales resistentes al fuego.
- b) Debe instalarse la ventilación que técnicamente se requiere para evitar el riesgo del incendio.
- c) Aislar de cualquier fuente de calor.
- d) Instalar los equipos y las líneas eléctricas que se requieran con las características señaladas en la Norma Técnica para Instalaciones Eléctricas en vigor.
- e) Colocar avisos en lugares visibles que indiquen los riesgos específicos, así como con advertencias de " NO FUMAR " y evitar la presencia de cualquier otro tipo de ignición. Estos letreros deben cumplir con la NOM-S-15 en vigor.
- f) Se debe contar con salidas de emergencia de acuerdo al instructivo No. 2 de su apartado 3.

No se debe permitir la acumulación en el piso de desperdicios impregnados con sustancias inflamables, estos deben ser eliminados de inmediato o depositados en recipientes cerrados resistentes al fuego, cuyo contenido debe eliminarse por lo menos diariamente.

#### II.9.4.2 Del transporte

Los sistemas de tubería que conduzcan sustancias inflamables no deben colocarse cerca de motores, conmutadores, flamas descubiertas o cualquier equipo que pueda producir chispas.

Los sistemas de tuberías que conduzcan sustancias inflamables o líquidos a altas temperaturas deben ser identificados y señalar su peligrosidad por medio del código de colores que establezcan las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.

#### II.9.4.3 Del manejo

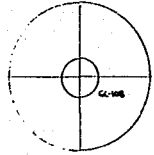
No se debe permitir el uso de herramientas, ropa y zapatos que puedan producir chispas, así como que los trabajadores porten y utilicen objetos personales que generen chispas, flamas o temperaturas que puedan provocar ignición en donde se manejen sustancias inflamables.

En el capitulado IV.5 se encuentra la memoria de cálculo del sistema de desfogue.

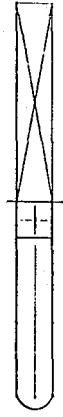
PA-109



CA-102



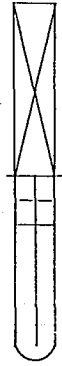
CA-106



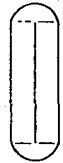
TA-04



TA-05



TA-07



TA-08

CA-02A



CA-02B



CA-02C



CA-02D



CA-02E



A

B

C

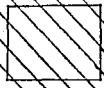
D

E

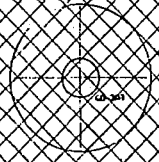
E-5000

CUARTO DE CONTROL

LABORATORIO



CA-105



CA-103



CA-104



CA-107



CA-108



CA-109



CA-110

CA-111



CA-112



CA-113



CA-114



CA-115



CA-116



CA-117

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

CA-118



CA-119



CA-120



CA-121



CA-122



CA-123



CA-124



CA-125

F.Q.

ESTE DISEÑO INCLUYENDO EL MATERIAL PATENTADO CON LA FACULTAD DE QUIMICA Y SU USO ESTA CONDICIONADO A QUE O PARCIALMENTE Y NO EMPLEAR ESTE NI EL MATERIAL DESDE QUE EL PERMITIDO

DR 1 PLANT PLANT

DIJOS DE REFERENCIA

DIJ.

VER

SPVR

ING. ESP.

DEPTO.

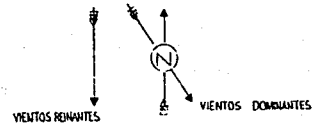
DIV.

CIE.

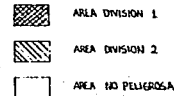
PROYECTO

CLIENTE

PLANTA DE PRODUCCION DE ETANOL PANUCO, VERACRUZ.

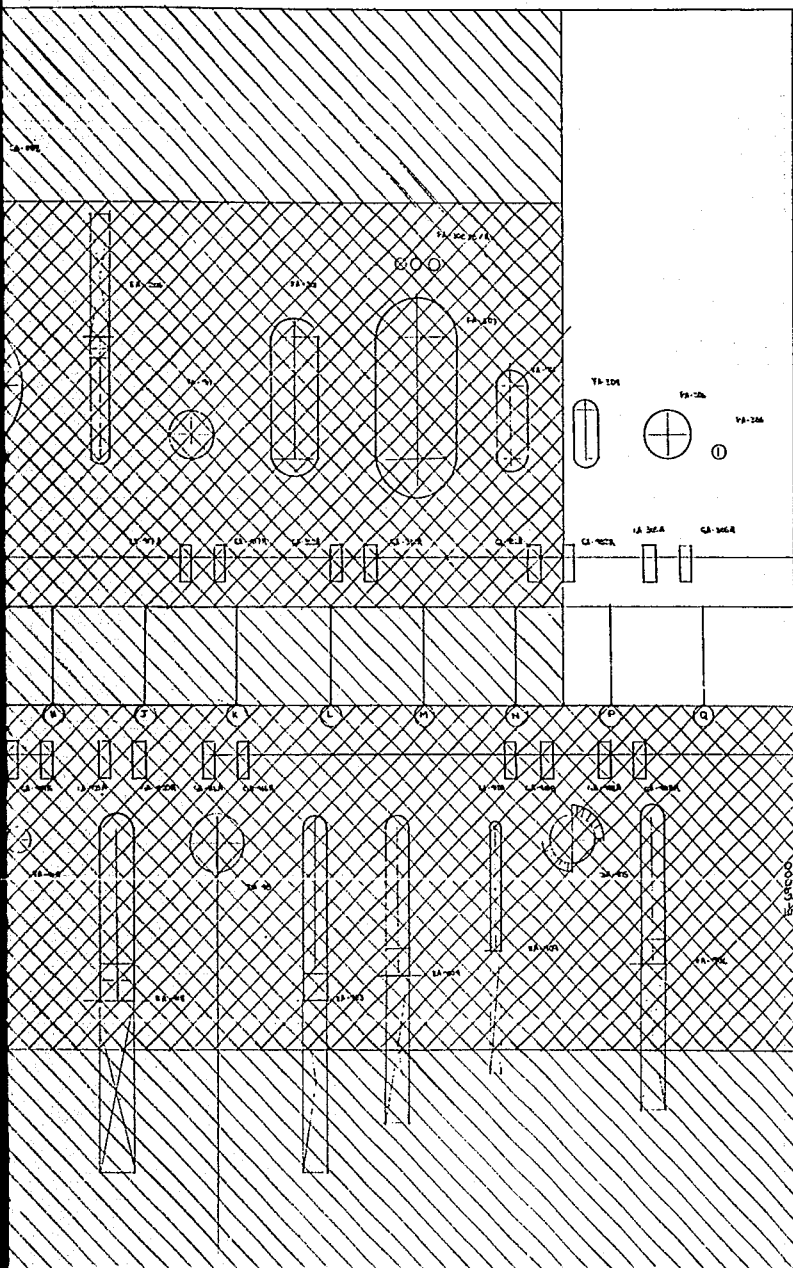


### SIMBOLOGIA



### NOTAS

- 1.0 CLASIFICACION DE PRODUCTOS PROCESADOS CLASE 1, DIVISION 1 y 2.
- 2.0 SELECCION DE EQUIPO ELECTRICO:
- 2.1 MOTORES.
- 2.1.1 CLASE 1, DIVISION 1 TOTALMENTE CERRADO A PRUEBA DE EXPLOSION.
- 2.2 EQUIPO QUE NORMALMENTE PRODUCE ARCOS: CLASE 1, DIVISION 1 y 2 A PRUEBA DE EXPLOSION.
- 2.3 EQUIPO QUE NORMALMENTE PRODUCE NEBLAS: CLASE 1, DIVISION 1 y 2 A PRUEBA DE VAPOR.
- 2.4 EN AREAS EXTERIORES NO CLASIFICADAS POR UNIFORMIDAD DE ESPECIFICACION DE MATERIAL SE CONSIDERARA ESTE PARA CLASE 1 DIVISION 2.
- 3.0 LA CLASIFICACION DE AREAS ESTA DE ACUERDO AL NFPA-499 A, B, M Y ARTICULO 500.



FQ.

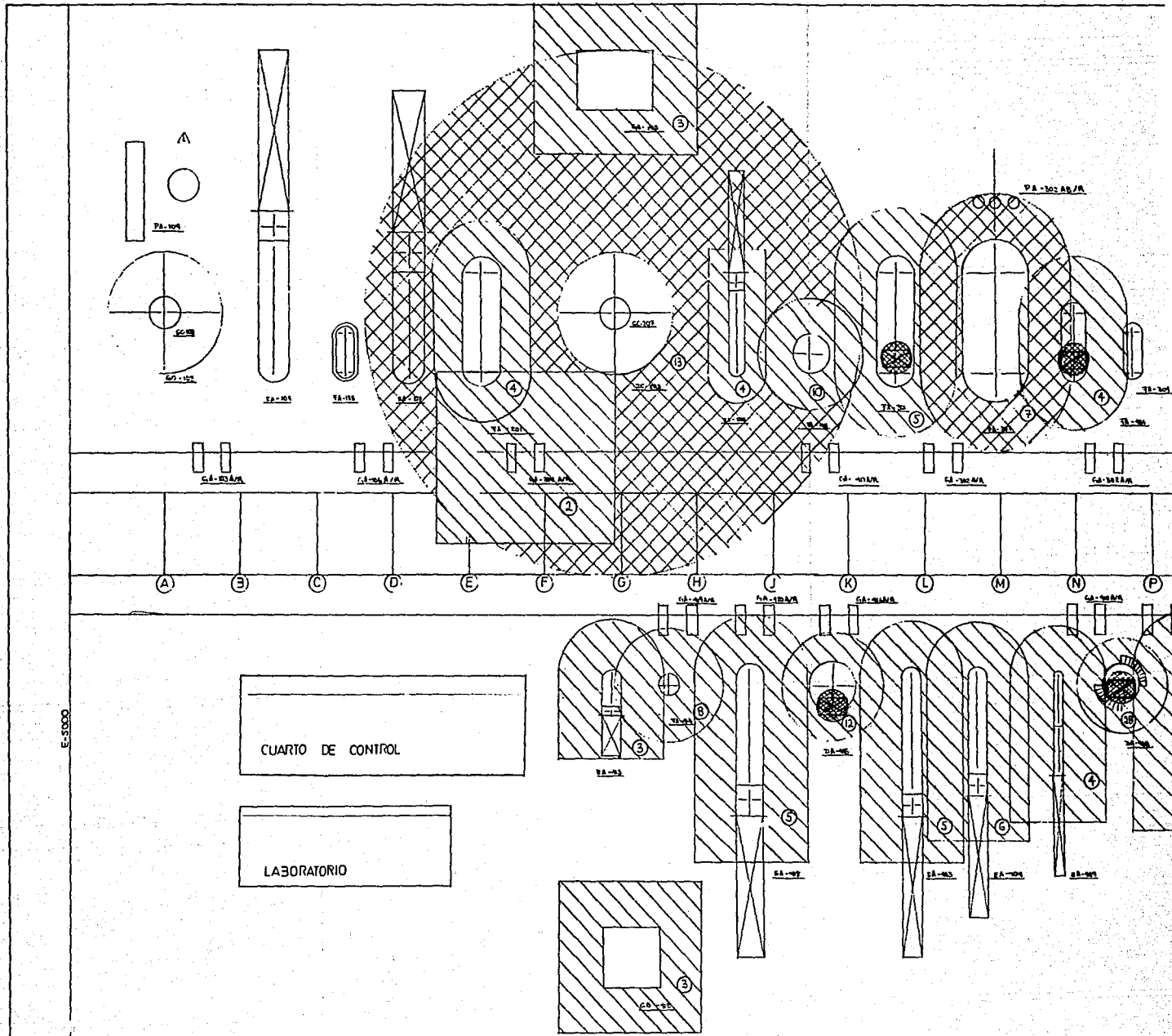
ESTE DIBUJO INCLUYENDO EL MATERIAL PATENTADO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL DE LA FACULTAD DE QUIMICA Y SU USO ESTA CONDICIONADO A QUE EL USUARIO ACEPTA NO COPIARLO TOTAL O PARCIALMENTE Y NO EMPLEAR ESTE NI EL MATERIAL DESCRITO EN EL PAPEL PARA OTRO PROPOSITO QUE EL PERMITIDO



FACULTAD DE QUIMICA

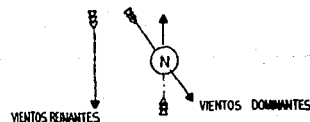
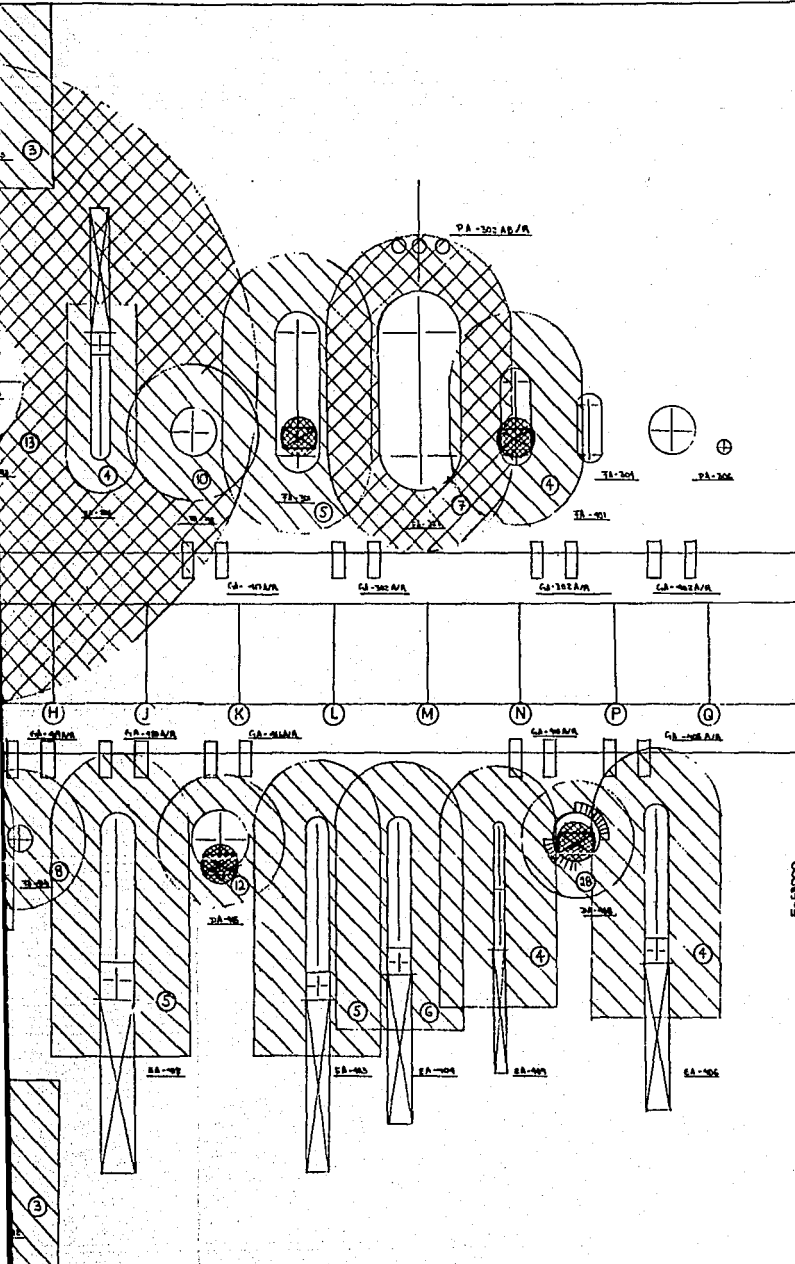
CLASIFICACION DE AREAS

E.	PROYECTO	CLIENTE	PLANTA DE PRODUCCION DE ETANOL POR FERMENTACION PANUCO, VERACRUZ.	INICIADO	ESC 1100	D13 XII	REV "0"
				APROBADO	FELHA		









E-5000

<p>ESTE TRABAJO INCLUYENDO EL MATERIAL PATENTADO CONTIENE INFORMACION LA FACULTAD DE QUIMICA Y SU USO ESTA CONDICIONADO A QUE EL USUARIO ADQUIERA PARCIALMENTE Y NO EMPLEAR ESTE NI EL MATERIAL DESCRITO EN EL PATENTE QUE EL PERMITIDO</p>										
<p>F.O.</p>										<p>PLANTA DE PRODUCCION DE ETANOL POR PANUCCO, VERACRUZ.</p>
<p>DISEÑOS DE REFERENCIA</p>	<p>DIA.</p>	<p>VER.</p>	<p>SPVR</p>	<p>ING. ESP.</p>	<p>DEPTO.</p>	<p>DIV.</p>	<p>GTE.</p>	<p>PROYECTO</p>	<p>CLIENTE</p>	
<p>INSTITUTO TECNOLÓGICO DE VERACRUZ</p>										



### SIMBOLOGIA

-  AREA DIVISION 1
-  AREA DIVISION 2
-  AREA NO PELIGROSA
-  INDICA ALTURA DE LOS LIMITES DEL AREA PELIGROSA (EN METROS)
-  FUENTE DE PELIGRO, VENTILADOR, DESGASE, PURGAS O EQUIPO
-  TORRE (no cubre)

### NOTAS

- 1.0 LOS LIMITES Y ALTURA DEL AREA PELIGROSA DE TODAS LAS BOMBAS SON SIMILARES A LA DE LA GA-202A/R.
- 2.0 EL TANQUE DE RETENCION DE DESTILADO FA-401 QUE SE ENCUENTRA DEBAJO DEL COMBUSTOR DE LA TORRE DE ETANOL, EA-406 TIENE 2.25 m. DE AREA POR 6 m. DE ALTURA DE RIESGO.
- 3.0 LAS BOMBAS DEL AREA DE RIESGO SE MUESTRAN EN EL E.D. 1 "CLASIFICACION DE AREAS."
- 4.0 CLASIFICACION DE PRODUCTOS PROCESADOS CLASE 1, DIVISION 1 y 2.
- 5.0 SELECCION DE EQUIPO ELECTRIKO:

  - 5.1 MOTORES.
  - 5.1.1 CLASE 1, DIVISION 1, TOTALMENTE CERRADO A PRUEBA DE EXPLOSION.
  - 5.2 EQUIPO QUE NORMALMENTE PRODUCE ARCOS: CLASE 1, DIVISION 1 y 2 A PRUEBA DE EXPLOSION.
  - 5.3 EQUIPO QUE NORMALMENTE PRODUCE ARCOS: CLASE 1, DIVISION 2 A PRUEBA DE VAPOR.
  - 5.4 EN AREAS EXTERNAS NO CLASIFICADAS POR LIMITACION DE ESPECIFICACION DE MATERIAL SE CONSIDERARA ESTE PARA CLASE 1 DIVISION 2.

- 6.0 LA CLASIFICACION DE AREAS ESTA DE ACUERDO AL NFPA-499 A,B,M Y ARTICULO 500.

E-50000

F.Q.

ESTE TRABAJO INCLUYENDO EL MATERIAL PATENTADO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL DE LA FACULTAD DE QUIMICA Y SU USO ESTA CONDICIONADO A QUE EL USUARIO ACEPTA NO COPIARLO TOTAL O PARCIALMENTE Y NO EMPLEAR ESTE NI EL MATERIAL DESGASE EN EL PAPER PARA OTRO PROPOSITO QUE EL PERMITIDO



FACULTAD DE QUIMICA

CLASIFICACION DE AREAS

PROYECTO CLIENTE

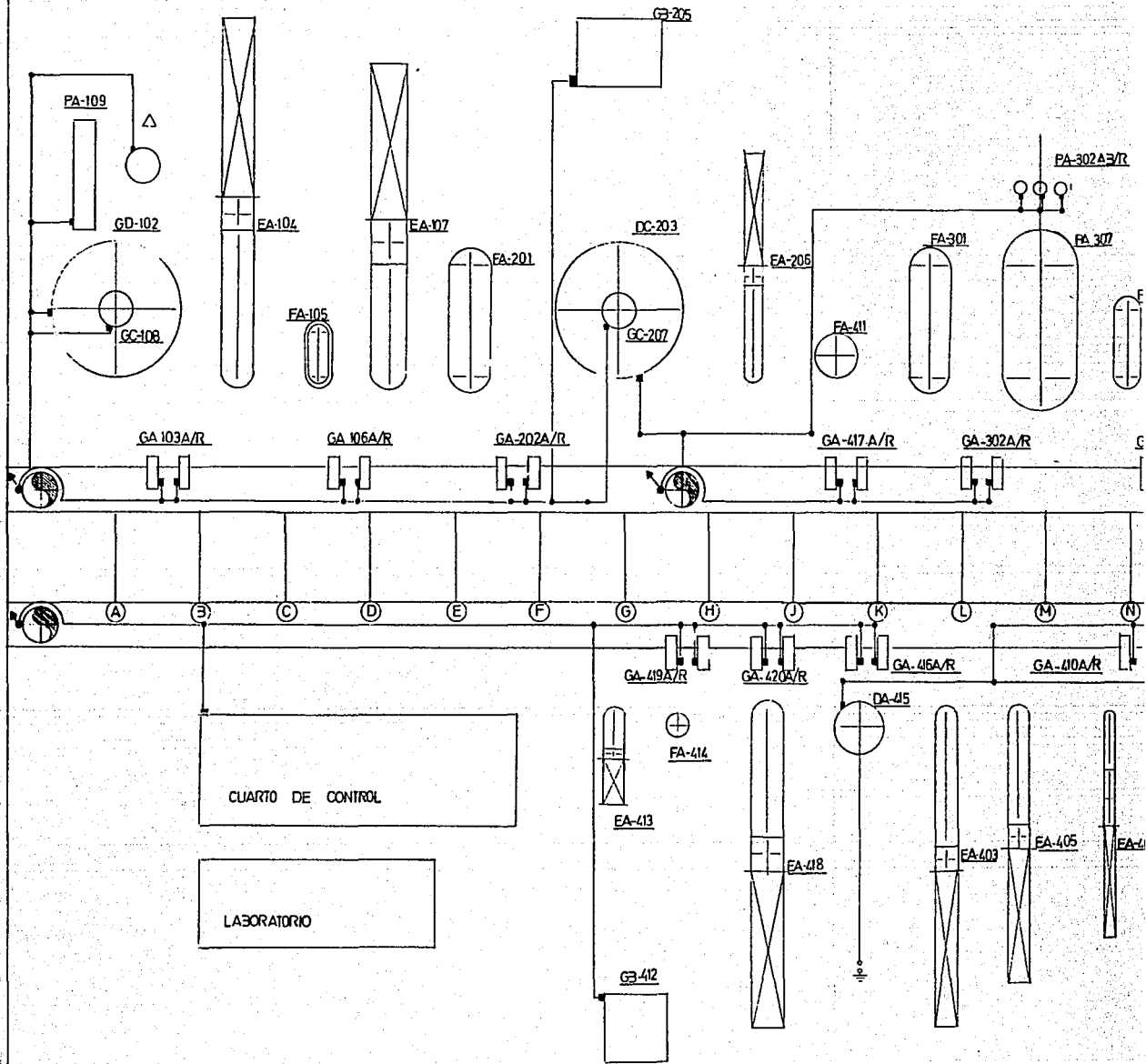
PLANTA DE PRODUCCION DE ETANOL POR FERMENTACION PANUO, VERACRUZ.

INICIADO APROBADO FECHA

ESC. 1300 ACOT. mm

D13 XII

REV "0"

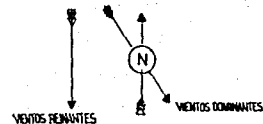
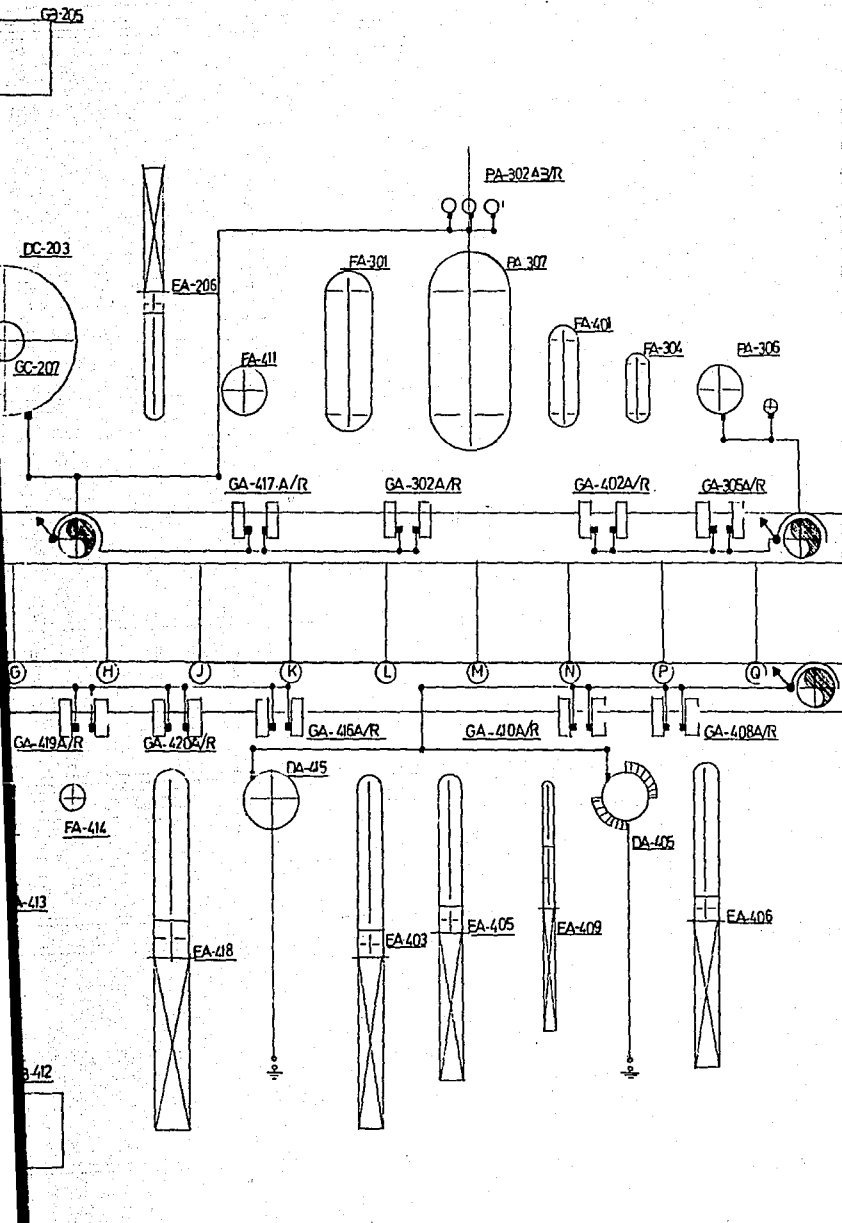


											F.Q.
DIB. PLANT BLAGHT											
DIBUJOS DE REFERENCIA	DIS.	VER.	SPVR	ING. ESP.	DEPTO.	DIV.	GTE	PROYECTO		CLIENTE	

ESTE TRABAJO INCLUYENDO EL MATERIAL PATENTADO LA FACULTAD DE QUIMICA Y SU USO ESTA CONDICIONADO O PARCIALMENTE Y NO EMPLEAR ESTE NI EL MATERIAL QUE EL PERMITIDO

PLANTA DE PRODUCCION DE PANUCO, VERACRUZ.





SIMBOLOGIA

- CONEXION SOLDABLE CABLE A CABLE.
- CONEXION SOLDADO.
- FUSIBLES.
- CONECTOR SOLDABLE DE CABLE A PLACA DE ACERO VERTICAL.

NOTAS

- 1.0 LA CLASIFICACION DE AREAS ES LA MISMA ESPECIFICADA CONFORME A LAS NOTAS DE LOS DISEÑOS 1 y 2 DE CLASIFICACION DE AREAS.
- 2.0 EL DISEÑO DEL SISTEMA DE TIERRAS ESTA EN BASE A ESPECIFICACIONES BSCP 1003: 1964 - DIN 1 (AUTOMATICO), ARTICULO 504 DEL NTPA.
- 3.0 LA TRAYECTORIA MOSTRADA DEL ATERRIZADO A TIERRA ES APROXIMADA, LA REAL SE DEFIENDE EN CAMPO.
- 4.0 EL CABLE DE LA RED DE TIERRAS DEBERA SUSTENERSSE AL ELEMENTO ESTRUCTURAL CON CONECTOR SOLDABLE ACADA 2.5m MAXIMO.
- 5.0 CADA 4m SE INSTALARA UN PUNTERIANO EN EL AREA DE CONSTRUCCION.
- 6.0 CONECTORES:
- 6.1 CONECTOR SOLDABLE CABLE A CABLE (PISO DEBENCION) DE 20 A 210 ANG. MAX. CROWWELD TIP TA CAT TAQ-2L 2G CERTIFICADO No. 00.
- 6.2 CONECTOR SOLDABLE CABLE ACERBLE (PISO DEBENCION) DE 210 A 2 ANG. CAT TAQ-2 GIV, CERTIFICADO No. 45.
- 6.3 CONECTOR SOLDABLE CABLE A ZAPATA TERMINAL PARA CABLE 3/4" 2 ANG. MCA CROWWELD TIP GA CAT 0-131-66 CERTIFICADO No. 32.
- 6.4 CONECTOR SOLDABLE DE PLACA DE ALUMINO VERTICAL. No. 2 PANG. MCA CROWWELD TIP VY CAT WC-TV CERTIFICADO No. 115.

		FQ.	ESTE TRABAJO INCLUYENDO EL MATERIAL PATENTADO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL DE LA FALTAJAD DE QUIMICA Y SU USO ESTA CONDICIONADO A QUE EL USUARIO ACEPTE NO COPIARLO TOTAL O PARCIALMENTE Y NO EMPLEAR ESTE NI EL MATERIAL DESCRITO EN EL PAPEL PARA OTRO PROPOSITO QUE EL PERMITIDO
GTE	J PROYECTO	CLIENTE	PLANTA DE PRODUCCION DE ETANOL POR FERMENTACION PANUCO, VERACRUZ.

	FACULTAD DE QUIMICA		
	SISTEMA GENERAL DE TIERRAS		
INICIADO	ESC. 1100	D13 XIV	REV "0"
APROBADO FECHA	ACOT. mm		

QUEMADORA DEL DESTILADO

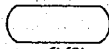
PA - 500

ALTURA 25000 mm  
 Ø DEL TUBO NEG CEDAA 20  
 208860915 KCal/hr

QUEMADORA  
 ELEVADO  
 - VAPORES DE TEMPERATURA  
 - VAPOR DE ETANOL SATURADO  
 - VAPOR SATURADO DE AGUA  
 - DIÓXIDO DE CARBONO  
 - OXÍGENO

RECUPERACIÓN  
 AL TRÁFICO  
 GQ-102  
 MEZCLAS-NUTRIENTES

TREATAMIENTO  
 DE ENLUSTRES  
 VAPORES-AGUA



FA-501  
 TANQUE DE SEPARACION  
 LÍQUIDO/VAPOR  
 MODELO 3100 mm

SE ABRE DESPUÉS DE ALIMENTAR  
 TAMBIÉN AL TANQUE FA-001  
 ANTES DE ENCENDIDO.

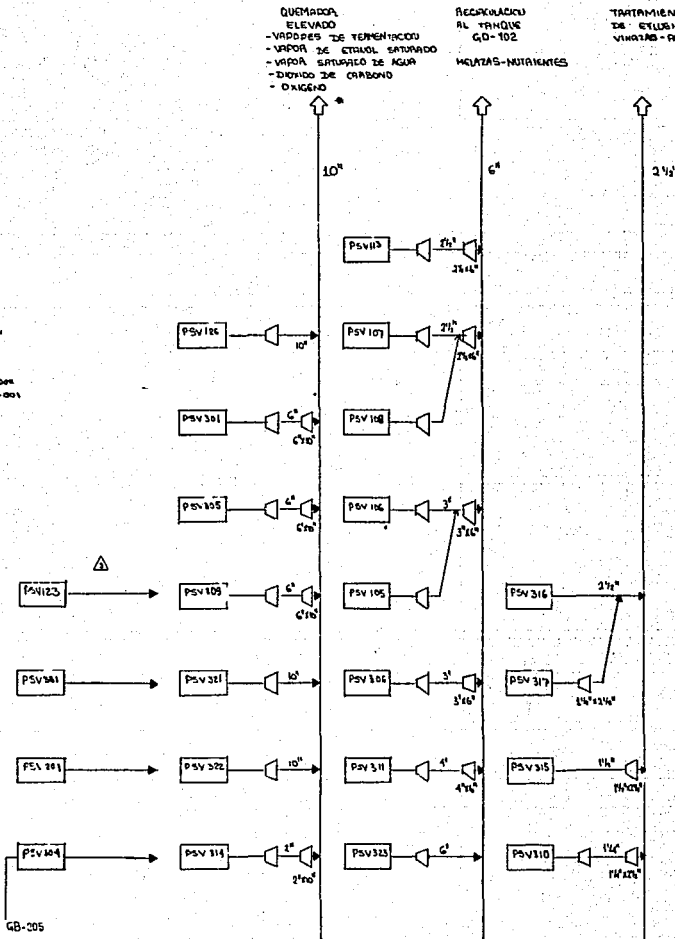
NOTAS

△ LAS PRESIONES DE ALIVIO  
 DE LÍQUIDOS SON 25% MA  
 YORES A LAS PRESIONES  
 DE ALIVIO DE LAS VALVULAS-  
 LAS DE VAPORES Y VAPORES  
 ES DEL 10%.

△ EN LOS CAMBIOS (ER):  
 C : CORREA O ENVOLVENTE  
 T : TUBO

△ DESTILADO AUMENTARÍA  
 LAS VALVULAS: PSV 123  
 PSV 331, 201 y 301

VALVULA	ÁREA ORIFICIO ( $\mu\text{g}/\text{hr}$ )	TEMPERATURA
PSV 123	5674	160
PSV 201	3800	167
PSV 301	4713	160
PSV 331	18821	132



VALVULA	TIPO	ESPECIFICACIONES
PSV 101	CA-1	
PSV 102	CA-1	
PSV 103	CA-1	
PSV 104	CA-1	
PSV 105	CA-1	
PSV 106	CA-1	
PSV 107	CA-1	
PSV 108	CA-1	
PSV 109	CA-1	
PSV 110	CA-1	
PSV 111	CA-1	
PSV 112	CA-1	
PSV 113	CA-1	
PSV 114	CA-1	
PSV 115	CA-1	
PSV 116	CA-1	
PSV 117	CA-1	
PSV 118	CA-1	
PSV 119	CA-1	
PSV 120	CA-1	
PSV 121	CA-1	
PSV 122	CA-1	
PSV 123	CA-1	

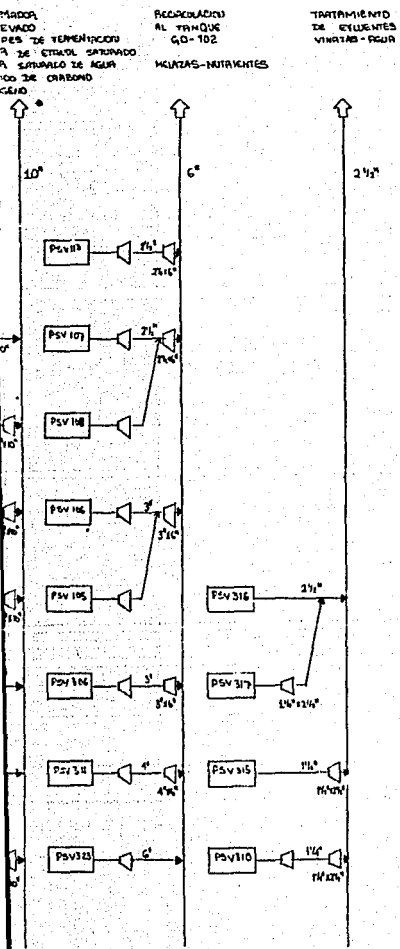
F.Q.

ESTE TRABAJO INCLUYENDO EL MATERIAL PATENTADO CONTIENE INFORMACION  
 LA FACULTAD DE QUIMICA Y SU USO ESTA CONDICIONADO A QUE EL USUARIO ACEPTA  
 O PARCIALMENTE Y NO EMPLEAR ESTE NI EL MATERIAL, DESCRITO EN EL PAPEL  
 QUE EL PERMITIDO

DIBUJOS DE REFERENCIA	DIA.	VER.	OPR.	ING. FEP.	J. DEPIQ.	J. DIV.	GTE.	J. PROYECTO	CLIENTE
-----------------------	------	------	------	-----------	-----------	---------	------	-------------	---------

PLANTA DE PRODUCCION DE ETANOL POR  
 PANUCO, VERACRUZ

DEL INSTALACION  
 RA - 500  
 0000 mm  
 00 003 CADA 20  
 09 15 KCal/hr



VALVULA DE ALIVIO O VALVULA DE CONTROL	DISEÑO DE DATOS DE LA VALVULA							CAUSAS DE DESFOQUE
	LINEA O EQUIPO PROTEGIDO	INDICIO	Tamaño (P.C.)	CONTEN. VOLUMEN (Kg/cm <sup>3</sup> )	PRESION DE ALIVIO (Kg/cm <sup>2</sup> )	TEMPERATURA DE ALIVIO	DECAJADO VENTANA	
PSV 105	EA-107 T	P	40	2.28	5.71	40	1920 LPM	BIQUEJO DE VALVULA A LA SALIDA DEL CAMBIADOR
PSV 106	EA-107 C	K	80	2.28	5.71	80	510 LPM	BIQUEJO DE VALVULA A LA SALIDA DEL CAMBIADOR
PSV 107	EA-104 C	K	101	2.39	6.59	101	540 LPM	BIQUEJO DE VALVULA A LA SALIDA DEL INTERCAMBIADOR
PSV 108	EA-104 T	K	100	2.39	7.03	110	540 LPM	BIQUEJO DE VALVULA A LA SALIDA DEL CAMBIADOR
PSV 115	TA-105	J	40	2.25	7.03	40	540 LPM	TRABA DE CONTROL
PSV 126	CA-204 C	Q	115	2.11	4.64	89	31603 Kg/hr	BIQUEJO DE VALVULA A LA SALIDA DEL CAMBIADOR VALVA DEL PUNTO DEL REACTOR CA-207
PSV 304	TA-411	L	118	2.11	4.64	99	15572 Kg/hr	TRABA DE RETORNO DEL REACTOR BIQUEJO VALVULA DE SALIDA DEL TRINQUE
PSV 305	CA-403 C	L	118	2.11	4.64	99	15572 Kg/hr	TRABA DE AGUA DE ENTALAMADO
PSV 306	CA-403 T	H	40	2.16	6.15	40	280 LPM	BIQUEJO DE LA VALVULA DE SALIDA DEL CAMBIADOR
PSV 208	TA-414	L	118	2.11	4.64	99	12453 Kg/hr	BIQUEJO DE LA VALVULA DE SALIDA DEL TRINQUE TA-414
PSV 310	EA-418 C	F	77	2.47	8.25	77	133.2 LPM	BIQUEJO DE LA VALVULA DE SALIDA DEL CAMBIADOR
PSV 311	EA-418 T	L	40	2.53	6.32	40	900 LPM	BIQUEJO DE LA VALVULA DE SALIDA DEL CAMBIADOR
PSV 314	CA-403 C	F	99	2.15	24.80	180	2514 Kg/hr	BIQUEJO / BIQUEJO DE LA VALVULA DE SALIDA DEL CAMBIADOR 220 LMP
PSV 315	CA-403 T	F	57	2.11	6.59	57	216 LPM	BIQUEJO DE VALVULA DE SALIDA DEL CAMBIADOR
PSV 316	CA-404 C	G	106	0.77	9.46	106	493.4 LPM	BIQUEJO DE VALVULA DE SALIDA DEL CAMBIADOR
PSV 317	EA-404 T	G	85	1.97	6.59	85	21.6 LPM	BIQUEJO DE VALVULA DE SALIDA DEL CAMBIADOR
PSV 321	CA-406 C	A	118	2.11	4.64	97	11499 Kg/hr	TRABA DE AGUA DE ENTALAMADO EN EL CAMBIADOR DE LA TORRE DE DESHIDRATACION
PSV 322	TA-405	T	109	3.14	5.71	100	45727 Kg/hr	TRABA DE RETORNO EN LA TORRE DE ZOSTIA COB TA-405
PSV 323	EA-106 T	Q	35	2.81	6.59	35	2450 LPM	BIQUEJO DE VALVULA A LA SALIDA DEL CAMBIADOR

FQ.	ESTE TRABAJO INCLUYENDO EL MATERIAL PATENTADO CONTIENE INFORMACION CONFIDENCIAL DE LA FACILIDAD DE QUIMICA Y SU USO ESTA CONDICIONADO A QUE EL USUARIO ACEPTE NO COPIARLO TOTAL O PARCIALMENTE Y NO EMPLEAR ESTE NI EL MATERIAL DESCRITO EN EL PAPEL PARA OTRO PROPOSITO QUE EL PERMITIDO	A EDICION	FAULCITA DE QUIMICA				
			DIAGRAMA DE DESFOQUE				
J PROYECTO	CLIENTE	PLANTA DE PRODUCCION DE ETANOL POR FERMENTACION PANUCCO, VERACRUZ	INICIADO APROBADO	FECHA	ESC %	D13 XX	REV "0"

## II.10 ESPECIFICACIONES DE MANEJO DE LOS EFLUENTES

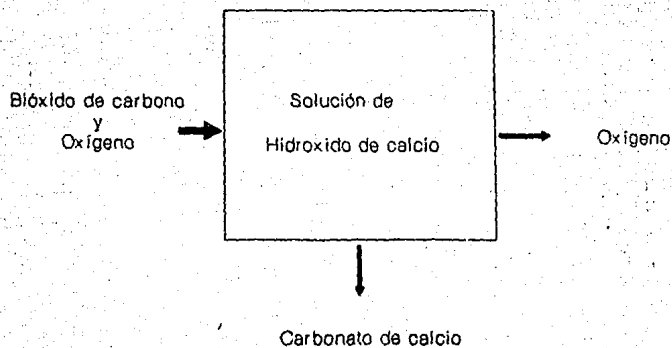
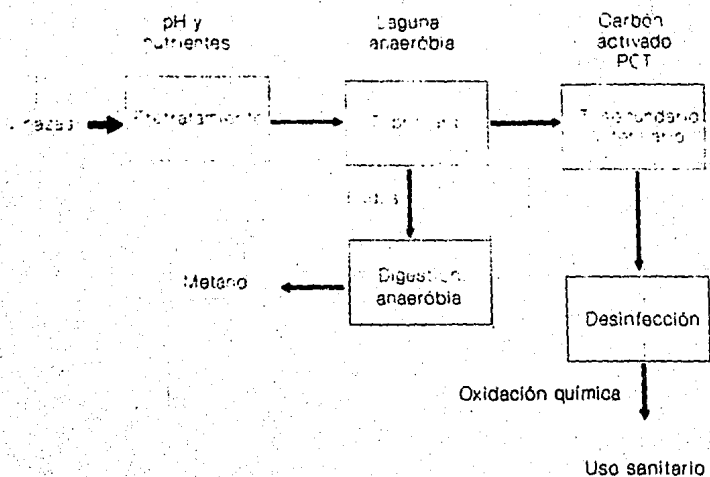
### II.10.1 Introducción (47)

Los efluentes que se producen en la planta productora de etanol son en primer lugar las vinazas; y en segundo, el dióxido de carbono, subproducto de la fermentación del azúcar.

Las vinazas son soluciones acuosas de azúcar con una concentración de 3% en peso, las cuales son muy dañinas debido a que constituyen medios de cultivo de bacterias. Por esta razón, requieren de un tratamiento biológico primario, y de uno secundario y terciario con carbón activado, previo a su disposición. La forma más económica de deshacerse de ellas una vez tratadas, es usándolas como agua de riego, o bien, como agua de uso sanitario que no sea de aseo; también como agua para limpieza y como solvente del hidróxido de calcio para la reacción de formación de cal.

El dióxido de carbono se puede descargar a la atmósfera sólo si su concentración no excede lo que establecen las normas de la EPA (Environmental Protection Agency). Debido a que este gas se produce en grandes cantidades en nuestro proceso, se ha decidido utilizarlo para producir cal, la cual se utilizará para tratar el agua que se emplee para el servicio de enfriamiento; el excedente se venderá a empresas caleras.

## II.10.2 Diagramas de bloques del proceso



### II.10.3 Características de cada etapa del proceso <sup>(47), (49), (50)</sup>

#### II.10.3.1 Pretratamiento

Consiste en acondicionar las vinazas (el efluente a tratar) para que se encuentre en condiciones óptimas para ser tratadas. Esta fase del proceso de tratamiento incluye la adición de nutrientes que servirán como alimento de los microorganismos que se utilizarán en la fase posterior de tratamiento biológico; y el control del pH, cuyo valor deberá ser de 7 a 8. Las vinazas tienen un carácter ácido, por lo cual, en esta fase se les deberá tratar con sosa cáustica o algún otro álcali.

#### II.10.3.2 Tratamiento primario biológico

El objetivo de esta fase es coagular y sedimentar los sólidos suspendidos. Esto se llevará acabo en una laguna anaerobia. El tipo de bacterias anaeróbicas utilizadas son la Clostridia y la Methogenica.

Este tipo de lagunas tienen una profundidad de 2.5 a 3.0 m. La relación área-volumen se mantiene mínima. Las cargas de BOD varían entre 225 y 1120 kg/ha/día. Su eficiencia es del 50 al 80 %. Se pueden usar tanto para el tratamiento primario de remoción de sólidos suspendidos, como para el secundario, que implica la oxidación de la materia orgánica. Sin embargo, se recomienda el uso de carbón activado para llevar acabo el tratamiento secundario y terciario.

### II.10.3.3 Tratamiento secundario-terciario físico-químico (PCT)

La adsorción mediante carbón activado representa una de las formas más baratas del tratamiento terciario, que consiste en remover los sólidos solubles no-degradables. Este era su uso tradicional. Sin embargo en la actualidad, se ha hecho una modificación al proceso de adsorción, de manera que es posible utilizarlo tanto para el tratamiento terciario, como para el secundario; eliminando así la necesidad del tratamiento biológico secundario tradicional que consistía en la oxidación de la materia orgánica en lagunas de oxidación. Esta innovación al proceso de adsorción se llama "Tratamiento Físico-químico" (PCT), cuya ventaja es la disminución de costos.

### II.10.3.4 Desinfección

Esta última parte del tratamiento sirve para oxidar químicamente la materia orgánica que no haya sido eliminada en las fases de tratamiento anterior; y para matar a los microorganismos patógenos. Comúnmente se utiliza cloro, oxígeno, ozono y ión permanganato. Particularmente el ozono es eficiente para remover también impurezas que imparten color y olor. Esta fase de tratamiento nos permitirá utilizar las aguas residuales para el servicio sanitario, limpieza y como solvente del hidróxido de calcio. En ausencia de esta fase de tratamiento, las aguas residuales podrían utilizarse para el riego.

### II.10.3.5 Disposición de lodos

Los lodos se forman como residuo del tratamiento primario en la laguna anaerobia, y están formados por los desechos sólidos, producto de la floculación y sedimentación. Constituyen quizá la parte más difícil del tratamiento. La forma más eficiente de tratar a los lodos es mediante la digestión anaeróbica. Las bacterias que realizan dicho proceso transforman la glucosa y otros compuestos carbonatados en metano, bióxido de carbono y agua. En este proceso más del 80 % del BOD es removido como una mezcla de aproximadamente 70 % de metano y 30 % de bióxido de carbono.

Para llevar a cabo el proceso de digestión, es necesario mantener el lodo de 21 a 30 días a una temperatura constante que oscila entre 27 y 35 °C, con mezclado adecuado.

Adicionalmente a la producción de gas metano, el cual puede utilizarse en motores de gas o en equipo de calentamiento, las ventajas del proceso anaeróbico son:

- Una menor cantidad residual de lodo, y
- Una deshidratación más sencilla del mismo.

La disposición final de los lodos se hace a la tierra, como polvo, composta ó relleno sanitario. Otra opción es la disposición marina.

### II.10.3.6 Tratamiento de efluentes gaseosos

El único efluente gaseoso es el bióxido de carbono, el cual se burbujeará a un tanque que contiene una solución de hidróxido de calcio para producir un precipitado blanco, que es carbonato de calcio hidratado, comúnmente llamada cal.



## II.11 ESTIMADO DE INVERSION Y COSTOS (13), (27)

### II.11.1 Inversión fija

El monto total de la inversión fija se hace en base al costo total del equipo sin entregar.

EQUIPO	ESPECIFICACION	CANTIDAD	COSTO UNITARIO <sup>1</sup>
Torre de Destilación de etanol	Diam.- 2.00 m, 31 platos, AC	1	88,660
Torre de Recuperación de Etanol	Diam.- 2.10 m, AC, Alt. espague = 8.00 m, Anillos Rasching de 1 in	1	33,440
Fermentador de Azúcares	Vol.- 189 m <sup>3</sup> , AC	1	100,000
Precaentador de Melazas-Nutrientes	Area- 667 m <sup>2</sup> , AI	1	80,000
Enfriador de Melazas-Nutrientes	Area- 905 m <sup>2</sup> , AI	1	100,000
Reservidor del Fermentador	Area- 60 m <sup>2</sup> , AI	1	18,000
Precaentador de la corriente Agua-Etanol	Area- 351 m <sup>2</sup> , AC	1	37,000
Calentador de la corriente Agua-Etanol	Area- 305 m <sup>2</sup> , AC	1	30,000
Condensador de la torre de etanol	Area- 304 m <sup>2</sup> , AC	1	30,000
Reservidor de la torre de Etanol	Area- 93 m <sup>2</sup> , AC	1	16,000
Enfriador de vapores de Agua-Etanol	Area- 20 m <sup>2</sup> , AC	1	5,500
Enfriador de Vinazas	Area- 555 m <sup>2</sup> , AC	1	75,000
Tanque de Esterilización	Vol.- 18.00 m <sup>3</sup> , AI	1	20,000
Tanque de retención Melazas-Nutrientes	Vol.- 18.30 m <sup>3</sup> , AI	1	20,000
Tanque de retención del Fermentado	Vol.- 18.30 m <sup>3</sup> , AC	1	15,000

Tanque de retención de levaduras	Vol. = 1.80 m <sup>3</sup> , AC	1	3,500
Tanque de retención de etanol	Vol. = 3.14 m <sup>3</sup> , AC	1	4,000
Tanque Separador de destilados	Vol. = 11.11 m <sup>3</sup> , AC	1	10,000
Primer Separador de líquido para destilado	Vol. = 18.32 m <sup>3</sup> , AC	1	15,000
Segundo separador de líquido para destilado	Vol. = 4.26 m <sup>3</sup> , AC	1	8,000
Bomba de succión del mezclador	2.20 HP, 30.26 m <sup>3</sup> /hr	2	1,800
Bomba de succión del esterilizador	3.00 HP, 36.28 m <sup>3</sup> /hr	2	2,000
Bomba de succión del esterilizado frío	1.00 HP, 31.13 m <sup>3</sup> /hr	2	1,700
Bomba de succión del fermentado	1.40 HP, 26.73 m <sup>3</sup> /hr	2	1,700
Bomba de succión de levaduras	0.50 HP, 3.27 m <sup>3</sup> /hr	2	1,000
Bomba de succión de Agua-Etanol	0.75 HP, 10.74 m <sup>3</sup> /hr	2	1,600
Bomba de reflujo de destilados	2.70 HP, 29.54 m <sup>3</sup> /hr	2	1,700
Bomba de alimentación de Vinazas al calent.	3.70 HP, 27.85 m <sup>3</sup> /hr	2	2,000
Bomba de alimentación de trizas de etanol a torre destiladora	0.75 HP, 10.48 m <sup>3</sup> /hr	2	1,600
Bomba de alimentación de líquido de primer separador a torre destiladora	1.50 HP, 16.77 m <sup>3</sup> /hr	2	1,900
Bomba de alimentación de líquido de segundo separador a torre destiladora	0.50 HP, 2.73 m <sup>3</sup> /hr	2	1,000
Compresor de vapores de fermentación	3,000 HP, Tipo Centrifuga	1	900,000
Compresor de descarga atmosférica	500 HP, Tipo Centrifuga	1	200,000

Tanque de mezclado de Melazas-Nutrientes	Vol.= 290 m <sup>3</sup> , AI	1	190,000
Alimentador de Nutrientes	Capacidad= 17 Ton/día	1	5,000
Centrifugas separadoras de levadura	40 HP, Carcasa tipo boquilla	3	170,000
Cámara de secado	Area= 16.30 m <sup>2</sup> , AC	1	100,000
Filtro clarificador	Area= 636.00 m <sup>2</sup>	1	160,000

El costo total del equipo sin entregar es de: 2,810,100 USD ( 1990 )

(1) Valor en USD de 1990

Para calcular los gastos de envío se suma un 25% al costo del equipo.

$$\begin{aligned} \text{Flete} &= 0.25 \times 2,810,100 \\ &= 702,530 \text{ USD} \end{aligned}$$

Para calcular el costo de los siguientes elementos de la planta, se toma como base el costo total del equipo entregado:

$$3,512,630 \text{ USD}$$

ELEMENTO	PORCENTAJE	COSTO <sup>1</sup>
Instalación de equipo	47	1,650,840
Instrumentos y controles	18	632,370
Tuberías	66	2,318,240
Instalación eléctrica	31	386,390
Edificios	18	632,370
Instalación de servicios	70	2,458,840
Terrano y preparación	16	562,020
<b>COSTO TOTAL DIRECTO</b>		<b>12,153,700</b>
Ingeniería y supervisión	33	1,159,170
Construcción	41	1,440,180
Honorarios de contratista	21	737,650
Contingencias	42	1,475,300
<b>COSTO TOTAL INDIRECTO</b>		<b>3,812,300</b>

Inversión fija de capital:	15,966,000 USD (1990)
----------------------------	-----------------------

(1) Valor en USD de 1990

Ahora, se tienen que llevar estos dólares hasta 1995 haciendo un pronóstico del índice inflacionario Norte Americano.

15,966 x 1.036 x 1.036 x 1.037 x 1.037 x 1.038 x 1.038

es igual :

19,854,900 USD (1995)

Si el peso se desliza ante el dólar vs N\$ 0.0008 hasta final del año 1994, la divisa será al comienzo de 1995,

0.0008 x 536 días = N\$ 0.43

3.259 + 0.43 = 3.69 N\$/USD (1995)

entonces el monto de la inversión fija será al inicio de 1995

N\$ 73,264,580

## II.11.2 Gastos preoperativos y de arranque

Los gastos preoperativos son los que se efectúan para preparar la planta y ponerla en condición de ser operable. Incluye tanto los gastos relacionados con la puesta en marcha como con los administrativos, salarios, capacitación de personal, comercialización previa, etc. realizados durante el periodo previo al arranque de la planta.

Una forma de estimar estos gastos es como un porcentaje de la inversión fija. Este porcentaje se puede considerar como de 8%, ya que esta planta es mediana, el proceso es sencillo y se puede contratar gente con alguna experiencia en la operación de este tipo de plantas.

N\$ 5,861,170 (1995)

Para un periodo de arranque de dos meses y suponiendo una inflación del 9% el desembolso será de

N\$ 5,949,090 (1995).

### II.11.3 Costos de operación

Los costos de operación comprenden todos los desembolsos relacionados con la operación normal de la planta. A continuación se calculará término a término.

#### II.11.3.1 Materias primas

MATERIA PRIMA	CONSUMO ANUAL, TON/AÑO	PRECIO UNITARIO, N\$/TON <sup>1</sup>
Mieles incristalizables	156,902	62.50
Copa de levadura	6	50.12
Vitaminas y minerales	5,218	816.6
Acido Sulfúrico concentrado	158,760 L/AÑO <sup>2</sup>	5.37 N\$/L
Agua	156,900,000 L/AÑO	0.001 N\$/L

(1) Valores pronosticados para el inicio de 1995

(2) Suponiendo un consumo constante de 0.585 LPM

Los gastos de materia prima, cuando la producción es 53,147,180 L/Año<sup>3</sup>, son:

15,077,140 N\$/Año

(3) Capacidad mínima que se tendrá al arrancar la operación de la planta.

### II.11.3.2 Mano de obra

Para una producción de 232.9 Ton/día de etanol y considerando que el proceso esta integrado por tres etapas, se estima el número de horas-hombre por año requeridas para la operación.

$$3 \times 40 \times 310 = 37,200 \text{ Horas-Hombre/Año}$$

Si el salario nominal del personal de producción es 12 N\$/día, entonces el costo de la mano de obra será,

$$37,200 \times ( 12/8 ) \times 3 = 167,400 \text{ N\$/Año}$$

Para este costo anual se estima que se requieren 15 obreros para la operación de la planta.

### II.11.3.3 Supervisión

Para el proceso se dispondrá de un supervisor, cuyo salario nominal es 24 N\$/día. El costo por supervisión será,

$$24 \times 3 \times 310 = 22,320 \text{ N\$/Año}$$

### II.11.3.4 Mantenimiento

Se pueden estimar los costos de mantenimiento como un porcentaje de la inversión del capital fijo. Para esta planta puede tomarse un porcentaje del 7% anual.

$$0.07 \times 73,264,580 = 5,128,520 \text{ N\$/Año}$$

### II.11.3.5 Suministros

Tales como, lubricantes y compuestos analíticos. El costo de los suministros es aproximadamente 10% de los costos de mantenimiento.

$$0.10 \times 5,128,520 = 512,852 \text{ N\$/Año}$$

### II.11.3.6 Servicios auxiliares

SERVICIO	CONSUMO ANUAL	RECIBO UNITARIO
Agua de enfriamiento	320 Ton <sup>1</sup>	1.00 N\$/Ton
Vapor Sobre calentado	1,122,656 Ton	20.99 N\$/Ton
Electricidad	1,403,186 kWh	0.19 N\$/kWh

(1) Se dispone de una capacidad de 10,000 L con una reposición del 10% diaria.

El costo anual de los servicios es:

N\$ 14,305,620

### II.11.3.7 Laboratorio

Los gastos del laboratorio se estiman como los salarios de personal de laboratorio más un 25% para gastos. El salario mensual del laboratorista y de su ayudante son, N\$ 2,000 y N\$ 1,000 respectivamente.

El costo total por concepto de laboratorio es:

75,000 N\$/Año

### II.11.3.8 Prestaciones

Aquí se agrupan todas las erogaciones, diferentes del sueldo o salario, que se hacen en favor de los trabajadores. Los pagos realizados al INFONAVIT e IMSS se agrupan bajo el concepto de impuestos. Las prestaciones otorgadas por Ley son:



- a. Seguro Social      13% sobre el salario
- b. Vacaciones        15 días al año, con  
una prima del 25% sobre  
el salario.

El total de prestaciones anual es

N\$ 6,925

#### II.11.3.9 Servicios en la planta

Son servicios como protección contra incendios, primeros auxilios, equipo de cafetería, almacenamiento de materia prima y producto terminado, comunicaciones y sanitarios. Se considera como un 30% del costo total del equipo para una planta como esta.

El costo de los servicios en la planta es,

N\$ 11,562,960

#### II.11.3.10 Distribución y ventas

Incluidos en esta categoría están los salarios, sueldo, suministros y otros gastos de las oficinas de ventas, comisiones y gastos de viaje para los vendedores, gastos de embarque, costo de contenedores, gastos de anuncios y servicio técnico de ventas. Se considera para este tipo de plantas como el 5% del costo total del producto.

Estimando un costo total de producto

$15,077,140 \times 1.35 / 53,147,180 = 0.40 \text{ N\$/L}$

El costo anual por distribución y ventas es,

$21,258,870 \times 0.05 = \text{N\$ } 1,062,940$

### II.11.3.11 Depreciación

La Secretaría de Hacienda y Crédito Público, establece que para el equipo la depreciación debe hacerse a un ritmo del 10% anual, y para tuberías y edificios el porcentaje es 5%. El cálculo de depreciación se efectúa según lo indica la Ley del Impuesto sobre la Renta.

CONCEPTO	VALOR ACTUAL, MS <sup>1</sup>	PORCENTAJE ANUAL	VALOR FINAL, MS
Equipo	11,979,650	10	10,781,690
Tuberías	9,530,610	5	9,054,080
Edificio	2,600,000	5	2,470,000

(1) Valor al inicio de 1995

La depreciación en 1995 es de N\$ 1,804,490

### II.11.3.12 Impuestos

Los impuestos que tiene que pagar una industria son:

- a. 10% de I.V.A.
- b. 13% al I.M.S.S.
- c. 1% sobre las erogaciones
- d. 5% de INFONAVIT
- e. 2% sobre nóminas
- f. 2% S.A.R.

Estos porcentajes están basados en el total de sueldos y salarios ( 33% ).

- g. 36% de I.S.R.
- h. 10% de P.T.U.

Estos porcentajes se calculan sobre las ganancias.

Los impuestos basados en la nómina tienen un monto de:

N\$ 81,170 el primer año.

#### II.11.3.13 Seguros

Los seguros se pueden considerar como un 1% de la inversión fija al año.

Gastos de seguro son:

N\$ 732,645

II.11.3.14 Resumen de costos de operación

Primer año.

CONCEPTO	COSTO, \$S/ASO
Materia prima	15,077,140
Mano de obra	167,400
Supervisión	22,320
Mantenimiento	5,128,380
Suministros	512,850
Servicio	14,205,620
<b>COSTOS DIRECTOS DE FABRICACION</b>	<b>35,213,910</b>
Prestaciones	6,930
Laboratorio	75,000
Servicios en la planta	21,562,950
Distribución y ventas	1,062,940
<b>COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION</b>	<b>12,707,830</b>
Depreciación	1,804,490
Impuestos	81,170
Seguros	722,450
<b>COSTO FIJO DE MANUFACTURA</b>	<b>2,618,310</b>

#### II.11.4 Gastos administrativos y generales

Son los gastos que ocurren en la empresa que no están directamente relacionados con el proceso de producción.

##### II.11.4.1 Administración

Los gastos administrativos se pueden considerar 30% del costo total de la mano de obra.

50,220 N\$/Año

##### II.11.4.2 Ventas

Los gastos de ventas se pueden considerar como un 2% del costo total del producto anual.

425,180 N\$/Año

##### II.11.4.3 Investigación

Los gastos de investigación se pueden considerar como un 3% de las ventas.

3,188,830 N\$/Año

##### II.11.4.4 Financiamiento

En este aspecto se contemplan tanto el pago de intereses como la amortización del capital pedido en préstamo al banco. Se estima que la cantidad pedida al banco sea un porcentaje total del 30% de los costos de inversión fija y preoperativos.

La cantidad a pedir prestada es:

N\$ 23,764,100

Si el interes anual es del 10%, los intereses a pagar son:

N\$ 2,376,410

#### II.11.4.5 Resumen de gastos generales

Primer año

CONCEPTO	GASTOS, N\$/AÑO
Administración	50,220
Ventas	425,180
Investigación	3,188,820
Financiamiento	2,376,410

GASTOS GENERALES	6,040,640
------------------	-----------

## II.11.5 Estado de resultados

El estado de resultados es una tabla que muestra las ventas y las ganancias tanto brutas como netas. El estado de resultados para el primer año de operación se muestra a continuación.

Primer año de operación 1995.

CONCEPTO	CANTIDAD, N\$
VENTAS	106,294,360 <sup>1</sup>
Costos de operaciones totales	49,742,850
Gastos generales	6,040,640
COSTOS TOTALES	55,783,490
UTILIDAD BRUTA	50,510,870
IMPUESTOS	24,045,000
UTILIDAD NETA	26,465,870

(1) Se considera un precio de venta de N\$ 2.00, siendo menor al precio comercial de N\$2.50.

### II.11.6 Rentabilidad

Se escogio un metodo para evaluar la rentabilidad que permite comparar el valor de la rentabilidad de esta industria con un valor minimo aceptable para la misma ( 64.3 % ).

$$( 50,510,870 / 73,264,580 ) \times 100 = 68.90\%$$

La rentabilidad del primer año de operación es del 68.90%.



### III. CONCLUSIONES

La evaluación económica presentada de manera preliminar nos hace ver que el proceso al vacío con recirculación de células debe ser utilizado en la industria alcoholera nacional, ya que disminuye significativamente el capital fijo, los costos de producción y reduce el número de equipos; a la vez que reduce la dificultad del control del proceso.

Por lo tanto, el proceso al vacío resuelve los problemas actuales que enfrenta la industria alcoholera nacional, que son:

a) técnicos:

Mejora de la depuración,

Empleo de un solo alambique,

Mejora en la rectificación,

Aumento en la capacidad de producción y

Aumento en los días de operación (de 180 a 300)

b) económicos:

Reducción en los costos de producción,

Precio de venta competitivo (N\$ 2.00 contra N\$2.50),

Un retorno de inversión promedio de un año y medio, y

Posibilidades de exportación ya que satisface los

requerimientos de calidad.

La producción de etanol requiere unidades industriales de escala intermedia ubicadas en zonas rurales, y puede convertirse en una nueva fuente importante de empleo rural permanente a un costo relativamente bajo. Además de estabilizar los ingresos rurales y contribuir a contener la emigración del campo a los centros urbanos.

## IV. MEMORIAS DE CALCULO

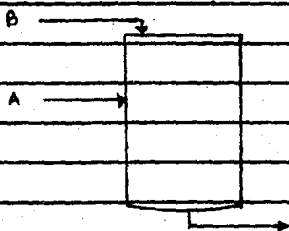
### IV.1 BALANCES DE MATERIA Y ENERGIA

PA-109 Alimentador de nutrientes

Variable	Entrada	Salida
Temperatura, °C	20	20
Presión, kg/cm <sup>2</sup>	1.03	1.03
Flujo, kg/min	12.1	12.1
Composición, % masa		
Glucosa	Sustancia de referencia. (9 mol. / 9 Glucosa)	
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	76.32	76.32
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> 85%	18.62	18.62
KCl	0.74	0.74
NaCl	0.33	0.33
CaCl·2H <sub>2</sub> O	0.49	0.49
MgCl·6H <sub>2</sub> O	3.22	3.22
FeSO <sub>4</sub> ·(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·6H <sub>2</sub> O	0.21	0.21
MnSO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O	0.02	0.02
CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	$3.14 \times 10^{-3}$	$3.14 \times 10^{-3}$
ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	$1.45 \times 10^{-5}$	$1.45 \times 10^{-5}$
CoSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	$1.45 \times 10^{-5}$	$1.45 \times 10^{-5}$
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	$2.09 \times 10^{-5}$	$2.09 \times 10^{-5}$
H <sub>2</sub> BO <sub>3</sub>	$4.63 \times 10^{-5}$	$4.63 \times 10^{-5}$
KI	$1.07 \times 10^{-6}$	$1.07 \times 10^{-5}$
NiSO <sub>4</sub> ·6H <sub>2</sub> O	$1.58 \times 10^{-5}$	$1.58 \times 10^{-5}$
Triamina·HCl	$3.17 \times 10^{-5}$	$3.17 \times 10^{-5}$
Picidoxina·HCl	$3.97 \times 10^{-5}$	$3.97 \times 10^{-5}$
Ac. Nicotínico	$3.17 \times 10^{-5}$	$3.17 \times 10^{-5}$
d-biotina	$7.95 \times 10^{-7}$	$7.95 \times 10^{-7}$
Ca-d-pantoténico	$3.97 \times 10^{-5}$	$3.97 \times 10^{-5}$
Meso-inositol	$7.94 \times 10^{-4}$	$7.94 \times 10^{-4}$

GD-102 Tanque de mezclado de uelazas - nutrientes.

Variable	Entradas		Salida
	A	B	
Temperatura, °C	20	20	20-23
Presión, $\text{kg}/\text{cm}^2$	1.15	1.03	1.27
Flujo, $\text{kg}/\text{min}$	726.4	12.1	738.5
Composición, % en peso			
Agua	50		49.18
Azúcar	50		49.18
Min. y vitaminas		100	1.64



El efecto calorífico de las sales es despreciable porque la cantidad agregada es el 1.63% en peso de la mezcla total. Las sales que podrían afectar la temperatura son  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  y  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , ya que sus cantidades representan con el 1.6% en peso. Analizaron de el calor de disolución

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	-2.75 $\text{kCal}/\text{g mol}$
$\text{H}_3\text{PO}_4$	2.79 $\text{kCal}/\text{g mol}$

Como podemos observar el efecto coligativo de las sales se contrae.

Considerando que la agitación del tanque es el elemento que proporciona un aumento de temperatura en la solución, podemos esperar que la temperatura aumente hasta en  $3^{\circ}\text{C}$ .

GA-103A/A Bomba de succión del mezclador.

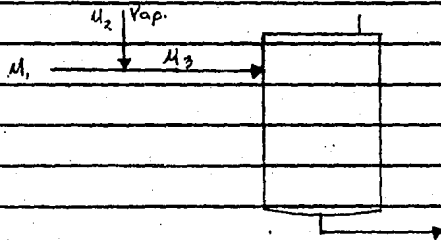
Variable	Entrada	Salida
Temperatura, °C	20-23	20-23
Presión, $\text{kg/cm}^2$	1.27	3.52 <sup>1</sup>
Flujo, $\text{kg/min}$	738.5	738.5
Composición, % peso		
Agua	49.18	49.18
Azúcar	49.18	49.18
Mi. y vitaminas	1.64	1.64

(1) La presión de descarga se considera como 2.5 veces la presión de succión.

La presión de succión está determinada por la presión hidrostática en el recipiente (P<sub>sh</sub>).

TA-105 Tanque de esterilización.

Variable	Entrada	Salida
Temperatura, °C	110	131
Presión, $\text{kg/cm}^2$	2.81	1.27
Flujo, $\text{kg/min}$	738.5	738.5
Composición, % masa		
Agua	49.18	49.18
Azúcar	49.18	49.18
Hna. y vitaminas	1.64	1.64



Calculo de requerimiento de vapor ( $M_2$ ).

$$97,686.8 + M_2 = M_2$$

$$97,686.8(0.771)(230-32) + (928.6)M_2 = (0.771)(267.8-32)M_2$$

Resolviendo simultáneamente

$$M_2 = 2812.23(0.454) = 1270.7 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} \text{ a } 139.70^\circ\text{C} + 3.3 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$



GA-106A/B Punto de succión del esterilizador.

Variable

Entrada

Salida

Temperatura °C

131

131

Presión  $\text{kg/cm}^2$

1.37

3.52

Flujo,  $\text{kg/min}$

738.5

738.5

Composición % masa

Agua

49.18

49.18

Azúcar

49.18

49.18

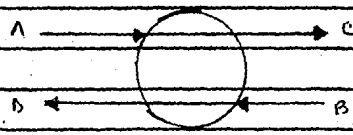
Min. y Vitaminas

1.64

1.64

EA-104 Precalentador de melazas-nutricientas.

Variable	Entradas		Salidas	
	A	B	C	D
Temperatura, °C	20	131	110	90.5 <sup>2</sup>
Presión, $\text{kg}/\text{cm}^2$	3.52	3.52	2.81 <sup>1</sup>	2.81
Flujo, $\text{kg}/\text{min}$	738.5	738.5	738.5	738.5
Composición, % peso.				
Agua	49.18	49.18	49.18	49.18
Azúcar	49.18	49.18	49.18	49.18
Miner. y Vitamínes	1.64	1.64	1.64	1.64



(1) Se considera una caída de presión máxima de 10  $\text{psig}$ .

Calculo de la carga térmica:

$$Q = 738.5 (0.771)(110 - 20) = 51,244.5 \text{ kcal/min}$$

(2) Propuesta del tipo de intercambiador de calor.

Se estima una temperatura  $T_2$  en base a las factores R y S para ajustar un FT mayor a 0.8.

$$R = (131 - T_2) / (110 - 20) = 0.45$$

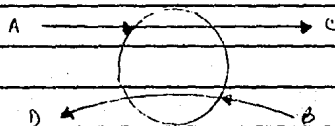
$$S = (110 - 20) / (131 - 20) = 0.81$$

Depesando,  $T_2 = 90.5^\circ\text{C}$

$F_T = 0.9$  para un intercambiador tipo 2-4.

EA-107 i) Si se da de un calorímetro

Variable	Líquidos		Sólidos	
	A	B	C	D
Temperatura °C	90.5	25	40	40
Presión, atm/cm <sup>2</sup>	2.81		2.1	
Volumen, cm <sup>3</sup>	738.5	1,877.1	738.5	1,877.1
Composición, % en peso				
Agua	49.18	100	49.18	100
Alcornoque	49.18		49.18	
Min. y l. Temper.	1.64		1.64	



(1) Presión disponible en líneas de tubería.

Cálculo de la carga térmica.

$$Q = 738.5 (0.795) (90.5 - 40) = 28,157.1 \text{ kcal/min}$$

Cálculo de requerimiento de agua

$$738.5 (0.795) (90.5 - 40) = W_A (1) (40 - 25)$$

$$W_A = 1,877.1 \text{ kg/min}$$

Propuesta del tipo de intercambiador de calor

$$R = (190.4 - 104) / (104 - 77) = 3.2 \quad T, ^\circ F$$

$$S = (104 - 77) / (190.4 - 77) = 0.23$$

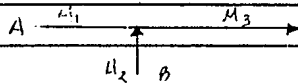
$F_T = 0.83$  para un intercambiador tipo 1-2

GA-207A1A Bando de sucesión del esterilizado Coia

Variable	Extracto	Sucialo
Temperature, °C	38	38
Pressure, psi/cm <sup>2</sup>	1.27	3.52
Flow, cc/min	738.5	738.5
Composición % peso		
Agua	49.18	49.18
Azúcar	49.18	49.18
Min. y Vitaminas	1.64	1.64

## Mediciones antes del inicio de fermentación

Variable	Entradas		Salida
	A	B	
Temperatura, °C	28	33	33.2 °C
Presión, kg/cm <sup>2</sup>	3.52	3.52	9
Flujo, kg/min	738.5	521.3	1,259.8
Composición, %m/m			
Agua	49.18	85.79	64.32
Azúcar	49.18		28.83
Min. y Vitaminas	1.64		0.96
Levaduras		14.51	5.89



(1) Cálculo de la temperatura de salida.

Tomando 0°C como temperatura de referencia.

$$m_1 C_p T_1 + m_2 C_p T_2 = m_3 C_p T_3 + Q$$

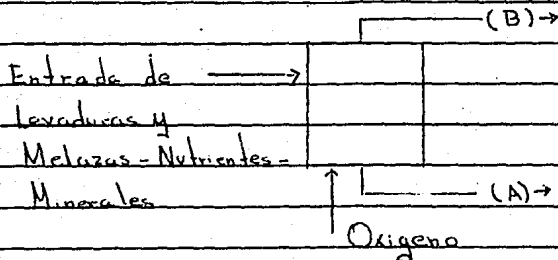
Despreciando  $T_2$ .

$$T_3 = \frac{738.5 \times 0.73 \times 28 + 521.3 \times 0.92 \times 33 + 28.83}{1,259.8 \times 0.83}$$

$$T_3 = 33.2 \text{ °C}$$

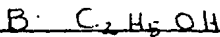
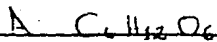
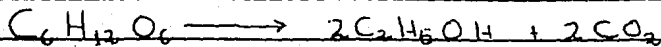
# DC-203 Fermentador de Azúcares

Variable	Entrada	Salida	
Temperatura °C	35		
Presión $\text{kg/cm}^2$		A	B
Flujo $\text{kg/min}$	1,259.8	755.6	507.26
Composición % Peso			
Agua	64.32	85.89	35.76
Azúcar	28.83		
Minerales y Vitaminas	0.96		
Levaduras	5.89	12.51	
Etanol		1.90	30.10
CO <sub>2</sub>			31.44
O <sub>2</sub> (1)	21.00		2.68



(1) Flujo de O<sub>2</sub> = 0.1 v/v/m por especificación





$$N_A = 121.6 - e_1$$

$$N_B = 0 + 2e_1$$

$$N_C = 0 + 2e_1$$

$$N_T = 121.6 - 3e_1$$

Resolviendo el sistema se llega al resultado  
(Ver Figura I) de:

$$e_1 = 0.89$$

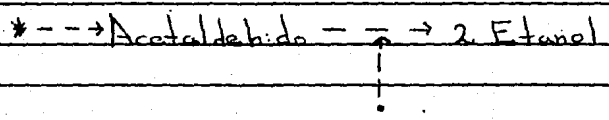
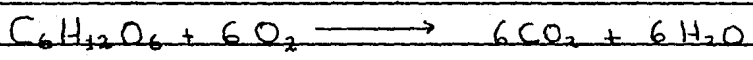
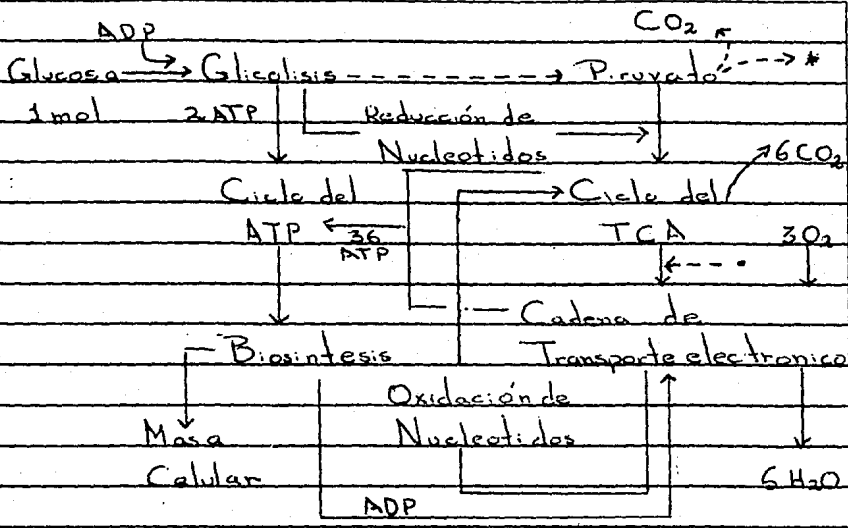
$e_1 = 89\%$  de glucosa consumida en la reacción

$$C_6H_{12}O_6 \text{ Fermentada} = 108.75 \text{ kg mol}$$

$$C_6H_{12}O_6 \text{ No Fermentada} = 12.32 \text{ kg mol}$$

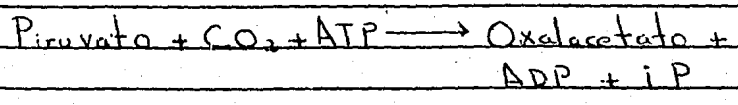
$$CO_2 \text{ producido} = 217.50 \text{ kg mol}$$

Los 12.32 kg mol de  $C_6H_{12}O_6$  se consumen en el ciclo aerobico que se esquematiza:



————— Ciclo Aerobico  
 - - - - - Ciclo Anaerobico

Parte del  $\text{CO}_2$  es consumido por el piruvato, para dar origen al ADP y el iP por parte del organismo



Debido a la alta complejidad metabólica, no nos es posible plantear de una manera más adecuada el rendimiento de glucosa. Los autores como Shwartz, Aiba, Arthur E. Humphrey, etc. Informan que no se conoce en su totalidad como es el funcionamiento microbiano y enzimático ya que presenta complejidad y los datos teóricos reportados acerca de producción de ATP en ocasiones no concuerdan con lo experimental y así con otros subproductos intermedios para el ciclo de la glicólisis.

Figura 1. Avance de la glicólisis.

E1	NA	NB	NC	NT
0	121,6	0	0	195,5
6	115,6	12	12	213,5
12	109,6	24	24	231,5
18	103,6	36	36	249,5
24	97,6	48	48	267,5
30	91,6	60	60	285,5
36	85,6	72	72	303,5
42	79,6	84	84	321,5
48	73,6	96	96	339,5
54	67,6	108	108	357,5
60	61,6	120	120	375,5
66	55,6	132	132	393,5
72	49,6	144	144	411,5
78	43,6	156	156	429,5
84	37,6	168	168	447,5
90	31,6	180	180	465,5
96	25,6	192	192	483,5
102	19,6	204	204	501,5
108	13,6	216	216	519,5
114	7,6	228	228	537,5
120	1,6	240	240	555,5

PA-306 Cámara de Secado

Levadura  $\longrightarrow$

$T = 33^{\circ}\text{C}$

$h = 64.9\%$

$F = 1,224.7 \text{ kg/hr Seca}$

$\longrightarrow$  Aire

$T = 60^{\circ}\text{C}$

$h = 0.127 \text{ kg H}_2\text{O/kg a.s.}$

$H = 234.44 \text{ kJ/kg a.s.}$

Aire  $\xrightarrow{(A)} \textcircled{M} \xrightarrow{(B)}$

$T = 20^{\circ}\text{C}$

$h = 0.013 \text{ kg H}_2\text{O/kg a.s.}$

$H = 52.496 \text{ kJ/kg a.s.}$

$F = 4,678.4 \text{ kg/hr}$

$\longrightarrow$  Levadura

$T = ?$

$h = 10\%$

$F = 1,347.2$

$\text{kg/hr.}$

(B)

$T = 22.6^{\circ}\text{C}$

$h = 0.013 \text{ kg H}_2\text{O/kg a.s.}$

$H = 254.66 \text{ kJ/kg a.s.}$

$V = 1.442$

Datos adicionales:

Levaduras a la entrada  $F = 2,008.5 \text{ kg/hr humedad}$

Aire a la salida

$V = 1.285 \text{ m}^3/\text{kg a.s.}$

$F = 661.3 \text{ kg/hr.}$

$$\begin{aligned} \text{Entalpia perdida} &= 0.1 (254.66 - 52.496) \\ &= 20.216 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Entalpia de salida} \\ \text{del aire} &= 254.66 - 20.216 \\ &= 234.44 \text{ kJ/kg a.s.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Flujo de aire seco} \\ \text{Total} &= \frac{(661.3 - 134.72)}{(0.127 - 0.013)} = 4,619 \text{ kg/hr} \end{aligned}$$

$$V = \frac{4,619}{3,600} \left( \frac{1.442 + 1.285}{2} \right) = 1.75 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\begin{aligned} \text{Flujo de levadura a la entrada } \tilde{C}_{pL} T_{\text{entrada}} + \\ \text{Flujo de aire a la entrada } \tilde{C}_{pA} T_{\text{entrada}} = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Flujo de levadura a la salida } \tilde{C}_{pL} T_{\text{salida}} + \\ \text{Flujo de aire a la salida } \tilde{C}_{pA} T_{\text{salida}} \end{aligned}$$

$$\tilde{C}_{pL} = 4.02 \text{ kJ/kg}^\circ\text{K}$$

$$\tilde{C}_{pA} = 1.009 \text{ kJ/kg}^\circ\text{K}$$

$$T_{\text{salida de levaduras}} = 233^\circ\text{C}$$

Ciclon

Composición de la corriente:

95% Aire y

5% Levadura de la Cámara de Secado.

Flujo de Levadura = 1,347.2 kg/hr

T de Levadura = 233 °C

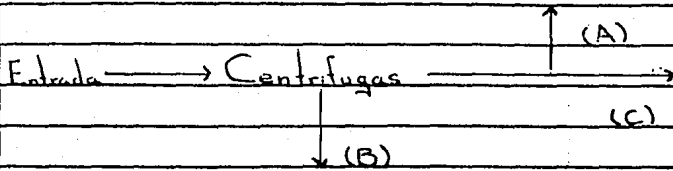
T del Aire = 20 °C

$$\frac{(1,347.2)(99.5/0.5)(1.009)(20) + (1,347.2)(4.02)(233)}{}$$

$$[(1,347.2)(99.5/0.5) + (1,347.2)(1.009)] = T$$

T = 24.54 °C A la salida del ciclon.

PA-303 AB/R Centrifugas Separadoras de Levaduras.



Entrada

Agua	=	336.71	kg/min
Etilanol	=	14.37	kg/min
Levadura	=	94.58	kg/min

(A) a DC-203

Agua	=	137.71	kg/min
Levadura	=	66.66	kg/min

(B) a PA-306

Agua	=	37.83	kg/min
Levadura	=	18.38	kg/min

(C) a PA-307

Agua	=	161.17	kg/min
Alcohol	=	14.37	kg/min
Sólidos	=	9.54	kg/min



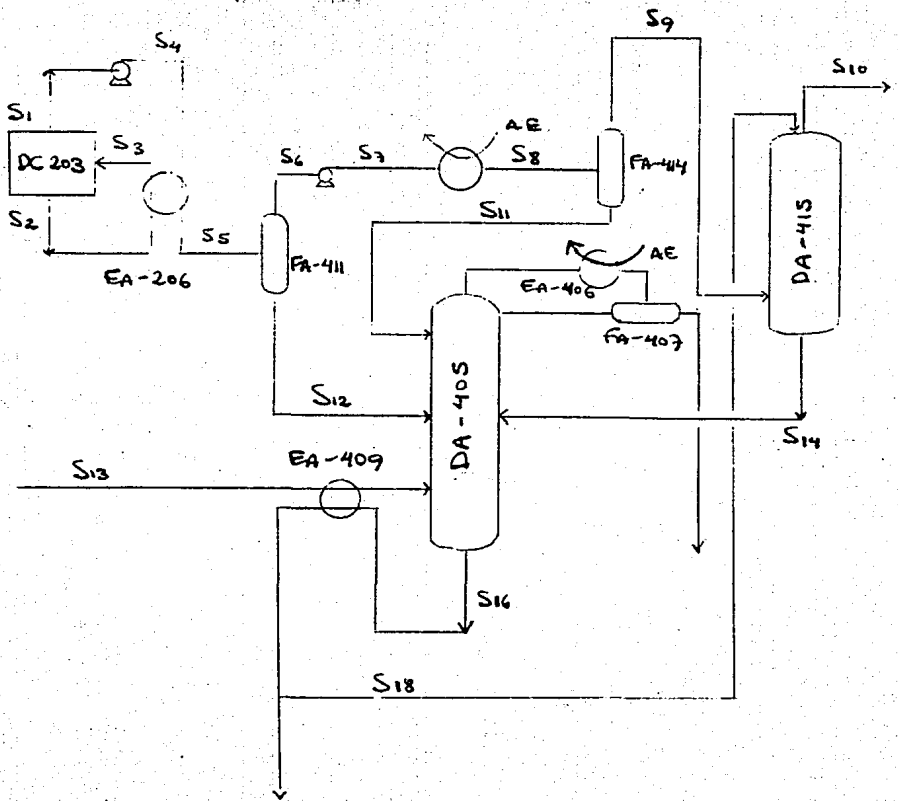
PA-307 Filtro Clarificador

Variable	Entrada	Salida
Temperatura °C	33	30
Presión $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$		
Flujo $\frac{\text{kg}}{\text{min}}$	1.85	175.5 <sup>1</sup> 9.5 <sup>2</sup>
Composición % Peso		
Agua	87.11	91.81
Etanol	7.76	8.19
Sólidos	5.15	

(1) Líquido

(2) Torta

Sección de Recuperación



Stream No.	4	5	6	8
Stream name				
Temperature C	70.000	50.000	50.000	40.000
Pressure mmHg	340.00	340.00	340.00	760.00
Vapor fraction	1.0000	.53684	1.0000	.83005
Enthalpy K cal	-6136.5	.75579E+06	.21375E+07	.13995E+07
Total flow	69.609	67100.	33085.	33085.
Total flow unit	LB/HR	LB/HR	LB/HR	LB/HR
Outlet flow unit	LB/HR	LB/HR	LB/HR	LB/HR
Oxygen	1.8000 $\times 10^3$	1800.0	1800.0	1800.0
Water	24.629 $\times 10^3$	24000.	3385.0	3385.0
Carbon Dioxide	21.100 $\times 10^3$	21100.	21100.	21100.
Ethanol	22.080 $\times 10^3$	20200.	6799.9	6800.0

<Esc> = Quit & save, <F1> = Help, <F4> = Flowsheet, <F5> = Comp

CHEMCAD II V 2.5                      File: MELAZA.TLK                      Mode: Sequential  
 Auto Bips Char COAc Comp CONV DBnk DEL DO    Enth EQui EXit File  
 Grph Help Kval Lden PLOT REpo Run    Save Stre Topo Unit Util View

Program status:                      Thermodynamics:  
 No. of components : 4                      K value : SRK    CORR MISC  
 No. of equipment : 5                      Enth : SRK  
 No. of streams : 50                      Density : API

Engineering units:  
 Temperature : C                      Pressure : mmHg  
 Flow rate /hr : Lb                      Enthalpy : K cal

Flash stream 4  
 Flash stream 5  
 Flash stream 6  
 Flash stream 8

TALK 00 : 11 12 13 14

Stream No.	11	12	13	14
Stream name				
Temperature C	40.000	50.000	85.000	37.381
Pressure mmHg	998.00	340.00	998.00	998.00
Vapor fraction	.00000	.00000	.42935E-01	.00000
Enthalpy K cal	-.49966E+06	-.30814E+07	-.21101E+07	-.24561E+07
Total flow	5485.0	34015.	23200.	21900.
Total flow unit	LB/HR	LB/HR	LB/HR	LB/HR
Compnt flow unit	LB/HR	LB/HR	LB/HR	LB/HR
Oxygen	.00000	.00000	.00000	.00000
Water	3085.0	20615.	21300.	17500.
Carbon Dioxide	.00000	.00000	.00000	.00000
Ethanol	2400.0	13400.	1900.0	4400.0

<Esc> = Quit & save. <F1> = Help, <F4> = Flowsheet, <F5> = Comp

Stream No.	9	16	19
Stream name			
Temperature C	40.000	105.81	77.208
Pressure mmHg	760.00	845.00	760.00
Vapor fraction	1.0000	.21096E-02	1.0000
Enthalpy K cal	.15451E+07	-.59763E+07	.15879E+07
Total flow	27600.	61359.	23241.
Total flow unit	LB/HR	LB/HR	LB/HR
Compnt flow unit	LB/HR	LB/HR	LB/HR
Oxygen	1800.0	.00000	.00000
Water	300.01	61359.	141.4
Carbon Dioxide	21100.	.00000	.00000
Ethanol	4400.0	.40075	22100.

Flow.2

<Esc> = Quit & save. <F1> = Help. <F4> = Flowsheet. <F5> = Comp

## IV.2 DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPO

DA-405 Torre de Destilación

DA-415 Torre de Absorción

Cálculo requerido del diámetro, para el uso de platos  
(Glitacil).

$$FF = 0.713, \quad SF = 0.9$$

$$V_{D_{29}} = 250 \times 0.9 = 225 \text{ GPM/ft}^2 \quad (3a)$$

$$V_{D_{29}} = 41 \times \sqrt{56.919 - 0.0418 \times 0.9} = 278.3 \text{ GPM/ft}^2 \quad (3b)$$

$$V_{D_{29}} = 7.5 \times \sqrt{24} \times 7.541 \times 0.9 = 249.4 \text{ GPM/ft}^2 \quad (3c)$$

Escogimos  $V_{D_{29}}$  menor, por lo tanto,  $V_{D_{29}} = 225$

$$CAF_0 = 24^{0.65} \times 0.0418^{1/6} / 12 = 0.3875$$

$$CAF = 0.3875 \times 0.9 = 0.3487$$

$$V_{L_{25}} = 229.86 \sqrt{\frac{0.0418}{(56.919 - 0.0418)}} = 6.23 \text{ ft/s}$$

Diámetro de torre aproximado. (Glcilac).

$$GPM_t = 296.4 \frac{661}{60} = 327.48 \text{ GPM}$$

$D_T = 5 \text{ ft}$  (Se usará un valor  $N_T = 6 \text{ ft}$  calculado antes, "Tracybel")

$$FPL = 9 \times 6 / 2 = 27, \quad \therefore \text{Posar en el plato}$$

$$AAH = (6.23 + 327.48 \times 27 / 13000) / (0.3487 \times 0.713) \\ = 26.19 \text{ ft}^2$$

$$AAH = 3.748 / (225 / 0.713) = 0.6579 \text{ ft}^2$$



$$0.6975 / 26.791 \times 100 = 2.5\%$$

Se usará el doble de  $ADH$ , 1.315.

$ATM$ :

$$a) ATM_1 = \frac{6.23}{0.78 \times 0.348 \times 0.773} = 32.12 \text{ ft}^2$$

$$b) ATM_2 = 26.79 + 2 \times 1.31 = 29.42 \text{ ft}^2$$

$$DM = \text{Diámetro mínimo} = \sqrt{\frac{4}{\pi} \times 29.15}$$

$$DM_2 = 6.69 \text{ ft}$$

$$DM_1 = 6.4 \text{ ft}$$

Por seguridad, se utilizará  $DM_1 = 6.4 \text{ ft}$

$$\Delta_{\text{seal}} = 6.5 \text{ ft}$$

$$AT = \frac{6.5^2}{4} \times \pi = 33.18 \text{ (3.08 m}^2\text{)}$$

$$AD = 33.18 \times \frac{1.315}{32.12} = 1.35 \text{ ft}^2$$

$$1.358 / 33.18 \times 100 = 4.09\%$$

Lo recomendado es que  $AD$  sea el 10% del área de la columna  $AT$ ; si es menor, se calcula al doble. Por lo tanto,

$$AD = 2 \times 1.35 \text{ ft}^2 = 2.72 \text{ ft}^2, \text{ esto es el } 8.9\%.$$

Velocidad del líquido en la boquilla.

$$VD_{\text{liq}} = 2.25 \times 0.133 / 60 = 0.5 \text{ ft/s}$$

Con GPM: en el ploto 130 personas

$$207.48 \text{ GPM} = 0.462 \text{ ft}^3/\text{s}$$

$$V = 0.462 / 2.72 = 0.17 \text{ ft/s} \quad (0.0518 \text{ m/s})$$

Glitch permite una V de hasta 3 ft/s,  
por lo tanto, estamos en el rango correcto.

Linealidad:

$$\% \text{ linealidad} = \frac{V_{\text{load}} + \text{GPM} (\text{FPL} / 13,000)}{(V_{\text{max}}) \text{CAF}}$$

Borquillos:

a) Producto: Velocidad 125 ft/s

$$A = \frac{F}{V} = 193.6 / 125 = 0.1439 \text{ m}^2$$

$$A = \frac{D^2}{4} \pi$$

$$\Delta = 16.8 \text{ in.}, \text{ velocidad mínima. } \Delta = 15'' \text{ nom.}$$

Torre empacada.

$$L_s = 956 \text{ lbmol/hr de agua (119. moles)}$$

$$G_s = 930 \text{ lbmol/hr de } (CO_2, C_2 \text{ Gas moles})$$

Cálculo de diámetro: Gráfica de Genest et al para condiciones de inundación.

$$\text{Ordinada: } \frac{G_s^2 C_F \mu_G^{0.1} J}{\rho_G (\rho_L - \rho_G) g_c} = 0.09$$

$$C_F = 155 \text{ para orillos Raschig de 1 pulgada}$$

$$J = 1.503$$

$$\text{Abscisa: } \frac{L'}{G'} \left( \frac{\rho_G}{\rho_L - \rho_G} \right)^{1/2} = 0.0256$$

$$G' = 1.196 \text{ kg/m}^2 \text{ s, con una } \frac{\Delta P}{z} \text{ recomendada de } 400 \text{ L/m}^2 \text{ / m}$$

Las dimensiones son

$$A_{\text{torre}} = 3.44 \text{ m}^2$$

$$D_{\text{torre}} = 2.1 \text{ m (7 ft)}$$

Coefficientes de transferencia de masa.

$$a) \text{ Fase gas. } F_{Gg} [=] \text{ kmol/m}^2 \text{ s}$$

$$\frac{F_{Gg} Sc_g^{1/3}}{G} = 1.195 \left[ \frac{d_p G'}{\mu_G (1 - E_{G0})} \right]^{-0.36}$$

$$F_{Gg} = 0.001 \text{ kmol/m}^2 \text{ s}$$

Área interfacial de transferencia  $Q_{AW} = 34.46 \text{ m}^2$

$$L' = 0.914 \text{ kg/m}^2\text{s} \quad \lambda = 0.553 \text{ (cte)}$$

$$Q_A = Q_{AW} \text{ porque la fase líquida es agua.} \\ = 35.27 \text{ mol/m}^2\text{s}$$

$$F_{GA} = 0.0347 \text{ kmol/m}^2\text{s}$$

$$K_{ya} = F_{GA} / (1 - y_i) \text{ donde } y_i = \text{fracción mol de} \\ \text{EtOH en la corriente}$$

$$y_i = 0.148$$

$$K_{ya} = 0.0407 \text{ kmol/m}^2\text{s fracción mol}$$

$$K_{La1} = F_{La} / (1 - x_i)$$

$$x_i = 0.086$$

b) Fase líquida

$$\frac{K_L d_L}{D_L} = 25.1 \left( \frac{D_L L'}{u_L} \right)^{0.45} Sc_L^{0.5}$$

$$D_L = 0.5 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}, \text{ D, difusividad EtOH-H}_2\text{O}$$

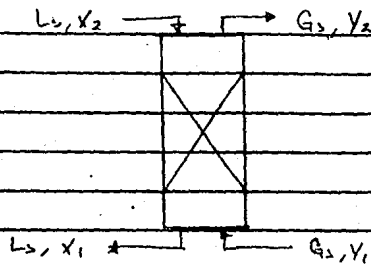
$$u_L = 0.7 \times 10^{-3} \text{ kg/m}^2\text{s}, \rho_L = 993.4 \text{ kg/m}^3$$

$$K_L = 7.45 \times 10^{-5} \text{ kmol/m}^2\text{s}$$

$$F_L = n_L c, \quad c = \text{densidad molar de agua.}$$

$$= 0.0041 \text{ kmol/m}^2\text{s}$$

$$F_{La} = 0.1450 \text{ kmol/m}^2\text{s}$$



$$X = \frac{\text{mol de EtOH}}{\text{mol de Agua}}$$

$$Y = \frac{\text{mol de EtOH}}{\text{mol de Gas}}$$

$$X = \frac{y}{1-y}, \quad Y = \frac{Y}{1-Y}$$

Curva de operación - (Balance de materia)

$$\frac{y}{1-y_1} = \frac{L_1}{G_1} \left( \frac{y}{1-y} \right)$$

líneas de unidad de curva de operación y de equilibrio con pendiente  $-K_{xa}/K_{ya} = -3.91$ .

$$K_{xa} = F_{La}/(1-x_1)$$

$$H_{Ta} = G/F_{Ga} = 0.78 \text{ m}$$

$$NTG = \int_{y_1}^{y_2} \frac{dy}{y-y_1} = \sum_1 \frac{\Delta y_i}{y-y_1} = 8$$

$$\text{Altura de empaque} = 0.85 \times 8 = 6.86 \text{ m (22.5 ft)}$$

Capacidad superior (Distribuidor del líquido) =  
 $\frac{1}{2}$  (1ª sección)

$$1^{\text{a}} \text{ Sección} = 12.5 \text{ ft} = 3.81 \text{ m}$$

$$2^{\text{a}} \text{ Sección} = 10.0 \text{ ft} = 3.04 \text{ m}$$

$$\text{Redistribuidor} = 0.5 \text{ ft} = 0.15 \text{ m}$$

$$\text{Faldón} = \frac{1}{2} (2^{\text{a}} \text{ Secc.}) = 7.5 \text{ ft} = 2.28 \text{ m}$$

$$\text{Altura total} = 1.9 + 3.8 + 3.04 + 0.15 + 2.28 \\ = 11.19 \text{ m}$$

## CALCULO DEL DIAMETRO DE BOQUILLAS DE TORRE DEST.

$$\text{Velocidad recomendada de alimentación líquida} = 4-6 \text{ ft/s} \\ = 1.2 - 1.83 \text{ m/s}$$

$$\text{Velocidad recomendada para el retorno de vapor del rebovador} : 70 \text{ ft/s} = 21.3 \text{ m/s}$$

$$\text{Alimentación al plato 26} : 5,485 \text{ lb/hr} = 2,490.2 \text{ kg/hr} \\ = 0.69 \text{ kg/s}$$

$$\rho = 800 \text{ kg/m}^3$$

$$Q = 0.69 \text{ kg/s} / 800 \text{ kg/m}^3 = 0.00086 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$U \text{ media} = 1.5 \text{ m/s} ; A = 0.00086 / 1.5 = 0.00058 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{A / 0.785} = 0.0271 \text{ m} = 27.1 \text{ mm}$$

$$D \text{ NOMINAL} = 27 \text{ mm}$$

Alimentación al plato 27 :

$$15,443 \text{ kg/hr} ; \rho = 830 \text{ kg/m}^3 \quad Q = 0.00517 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = 0.00517 \text{ m}^3/\text{s} / 1.5 \text{ m/s} = 0.00345 \text{ m}^2 ; D = 66.25 \text{ mm}$$

$$D \text{ NOMINAL} = 63 \text{ mm}$$

Alimentación al plato 30 :

$$9,943 \text{ kg/hr} \quad , \quad \rho = 925 \text{ kg/m}^3 \quad , \quad Q = .00299 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = .00299 \text{ m}^3/\text{s} / 1.5 \text{ m/s} = .0199 \text{ m}^2 \quad , \quad D = 50.4 \text{ mm}$$

D NOMINAL = 53 mm
-------------------

Alimentación al plato 33 :

$$10,533 \text{ kg/hr} \quad , \quad \rho = 950 \text{ kg/m}^3 \quad , \quad Q = .00308 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = .00308 \text{ m}^3/\text{s} / 1.5 = .00205 \text{ m}^2 \quad , \quad D = 51.14 \text{ mm}$$

D NOMINAL = 53 mm
-------------------

Recirculación al rehervidor : 822,200 Ft<sup>3</sup>/hr

(Ver "Plato 25," Perfil de Destilación del Simulador).

$$Q = 228.4 \text{ Ft}^3/\text{s} \quad , \quad A = 228.4 / 90 \text{ Ft/s}$$
$$= 3.263 \text{ Ft}^2 \quad , \quad D = 2.04 \text{ Ft}$$
$$= 621.4 \text{ mm}$$

D NOMINAL = 730 mm
--------------------



BOQUILLA DE SALIDA DEL PRODUCTO (VAPOR):

$$Q = 696,800 \text{ Ft}^3/\text{hr} = 193.6 \text{ Ft}^3/\text{s}$$

$$A = 193.6 \text{ Ft}^3/\text{s} / 70 \text{ Ft}/\text{s} = 2.77 \text{ Ft}^2, D = 1.876 \text{ Ft} \\ = 572 \text{ mm}$$

$$D \text{ NOMINAL} = 581 \text{ mm}$$

## DISTILLATION PROFILE

Page 5  
CHEMCAD 2 - Version 2.5

Unit type: TOWER Unit name: T-1 Eqp # 5

Stg	Temp t	Pres mmHg	* Net Flows *		Feeds lbmol/hr	Products lbmol/hr	Duties Kcal /hr
			Liquid lbmol/hr	Vapor lbmol/hr			
1	76.6	760.0	1002.1			541.70	-.67895E+07
2	77.2	760.0	1006.3	1543.8			
3	77.7	763.8	1007.9	1548.0			
4	77.9	767.6	1008.7	1549.6			
5	78.1	771.3	1009.2	1550.4			
6	78.3	775.1	1009.6	1550.9			
7	78.4	778.9	1009.7	1551.3			
8	78.5	782.7	1010.1	1551.4			
9	78.6	786.5	1010.2	1551.8			
10	78.8	790.3	1009.8	1551.9			
11	78.9	794.0	1110.6	1551.5			
12	44.0	797.8	851.15	1652.3			
13	90.5	801.6	970.49	1392.8			
14	94.3	805.4	977.53	1512.2			
15	94.5	809.2	977.66	1519.2			
16	94.6	813.0	977.71	1519.4			
17	94.7	816.7	977.74	1519.4			
18	94.8	820.5	1224.5	1519.4	223.29		
19	96.4	824.3	2789.6	1542.9	1434.9		
20	102.8	828.1	2822.7	1673.1			
21	103.1	831.9	4026.1	1706.2	1066.7		
22	104.9	835.7	4039.3	1843.0			
23	105.0	839.4	5255.5	1856.1	1223.3		
24	105.7	843.2	5262.6	1849.1			
25	105.9	847.0		1856.2		3406.4	.81310E+07

Reflux ratio = 1.8500

Str # 11 enters stg # 18 at 40.0 C, 988. mmHg, .000 % vapor  
 Str # 12 enters stg # 19 at 50.0 C, 988. mmHg, .000 % vapor  
 Str # 14 enters stg # 21 at 37.4 C, 988. mmHg, .000 % vapor  
 Str # 13 enters stg # 23 at 85.0 C, 988. mmHg, 4.290 % vapor

$$EFICIENCIA GLOBAL = 0.7$$

$$PLATOS REALES = \frac{25}{.7} = 35 - \text{Condensador} - \text{Rehervidor}$$

$$= 33 \text{ PLATOS REALES}$$

Unit type: TOWER Unit name: T-1 Eqp # 5

LIQUID		Actual	Actual		Thermal	Surface	
Stg	lb/hr	Average mol wt	vol rate bbl/hr	density lb/bbl	Viscosity cp	conduct. Btu/hr-ft-F	tension dyne/cm
1	.4295E+05	42.86	166.1	258.6	.4416	.9385E-01	18.65
2	.4435E+05	44.07	172.6	256.9	.4413	.9192E-01	18.19
3	.4496E+05	44.61	175.6	256.0	.4401	.9110E-01	17.98
4	.4522E+05	44.83	176.9	255.6	.4391	.9075E-01	17.89
5	.4534E+05	44.93	177.5	255.4	.4382	.9060E-01	17.84
6	.4539E+05	44.96	177.8	255.3	.4373	.9052E-01	17.82
7	.4542E+05	44.98	177.9	255.3	.4365	.9048E-01	17.80
8	.4544E+05	44.98	178.0	255.2	.4357	.9045E-01	17.79
9	.4545E+05	44.99	178.1	255.1	.4349	.9043E-01	17.78
10	.4543E+05	44.99	178.1	255.1	.4342	.9041E-01	17.77
11	.4996E+05	44.98	195.9	255.0	.4334	.9039E-01	17.76
12	.1797E+05	21.11	56.09	320.3	.6337	.2565	50.33
13	.1758E+05	18.12	54.28	323.9	.3115	.3854	59.65
14	.1768E+05	18.09	54.77	322.8	.2779	.3881	59.16
15	.1768E+05	18.09	54.79	322.7	.2972	.3882	59.12
16	.1768E+05	18.09	54.80	322.7	.2968	.3882	59.10
17	.1768E+05	18.09	54.81	322.6	.2964	.3882	59.08
18	.2215E+05	18.09	68.65	322.6	.2960	.3882	59.05
19	.5043E+05	18.08	156.5	322.2	.2909	.3892	58.84
20	.5091E+05	18.04	158.9	320.3	.2710	.3933	57.95
21	.7261E+05	18.03	226.8	320.2	.2703	.3934	57.91
22	.7280E+05	18.02	227.8	319.6	.2652	.3944	57.65
23	.9473E+05	18.02	296.4	319.6	.2648	.3945	57.63
24	.9483E+05	18.02	296.9	319.4	.2628	.3949	57.52
25	.6138E+05	18.02	192.2	319.3	.2624	.3949	57.49

VAPOR		Actual	Actual		Thermal	Compr.	
Stg	lb/hr	Average mol wt	vol rate ft3/hr	density lb/ft3	Viscosity cp	conduct. Btu/hr-ft-F	factor
2	.6617E+05	42.86	.6968E+06	.9495E-01	.1051E-01	.1177E-01	.98020
3	.6757E+05	43.65	.6958E+06	.9710E-01	.1050E-01	.1179E-01	.97981
4	.6817E+05	44.00	.6935E+06	.9831E-01	.1050E-01	.1180E-01	.97959
5	.6844E+05	44.14	.6907E+06	.9909E-01	.1050E-01	.1181E-01	.97945
6	.6856E+05	44.20	.6878E+06	.9968E-01	.1050E-01	.1182E-01	.97934
7	.6861E+05	44.23	.6848E+06	.1002	.1050E-01	.1183E-01	.97925
8	.6863E+05	44.24	.6817E+06	.1007	.1050E-01	.1183E-01	.97917
9	.6865E+05	44.24	.6788E+06	.1011	.1051E-01	.1184E-01	.97909
10	.6866E+05	44.24	.6758E+06	.1016	.1051E-01	.1185E-01	.97901
11	.6869E+05	44.24	.6728E+06	.1021	.1052E-01	.1185E-01	.97893
12	.7318E+05	44.29	.6368E+06	.1149	.9556E-02	.9935E-02	.97066
13	.4119E+05	24.57	.6227E+06	.6615E-01	.1139E-01	.1273E-01	.98666
14	.4080E+05	26.98	.6807E+06	.5993E-01	.1161E-01	.1303E-01	.98789
15	.4090E+05	26.92	.6811E+06	.6005E-01	.1162E-01	.1305E-01	.98787
16	.4090E+05	26.92	.6781E+06	.6031E-01	.1162E-01	.1305E-01	.98782
17	.4090E+05	26.92	.6752E+06	.6057E-01	.1163E-01	.1306E-01	.98778
18	.4090E+05	26.92	.6723E+06	.6084E-01	.1163E-01	.1307E-01	.98773
19	.3988E+05	25.85	.6827E+06	.5842E-01	.1172E-01	.1320E-01	.98818
20	.3415E+05	20.41	.7514E+06	.4544E-01	.1213E-01	.1389E-01	.99030
21	.3463E+05	20.29	.7635E+06	.4537E-01	.1215E-01	.1391E-01	.99031
22	.3443E+05	18.68	.8251E+06	.4173E-01	.1226E-01	.1415E-01	.99083
23	.3462E+05	18.65	.8275E+06	.4184E-01	.1226E-01	.1416E-01	.99081

## TRAY PROPERTIES

Unit type: TOWER Unit name: T-1 Eqp # 5

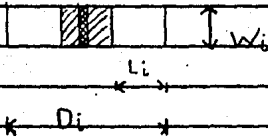
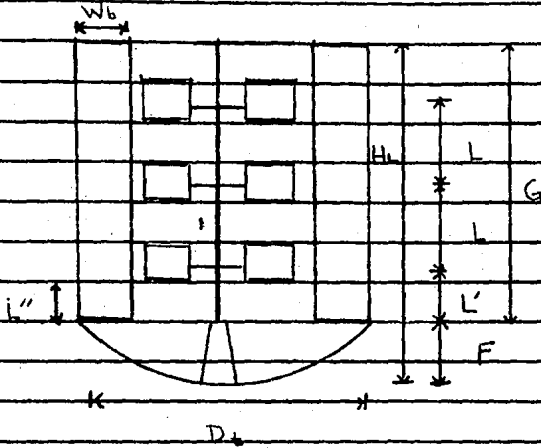
VAPOR		Average	Actual	Actual	Viscosity	Thermal	
Stg	lb/hr	mol wt	vol rate	density	CP	conduct.	Compr.
			ft3/hr	lb/ft3		Btu/hr-ft-F	factor
24	.3334E+05	18.03	.8224E+06	.4054E-01	.1231E-01	.1426E-01	.99098
25	.3345E+05	18.02	.8222E+06	.4068E-01	.1231E-01	.1427E-01	.99095

## FLOW SUMMARIES

CHEMCAP 2 - Version 2.5

Stream No.	5	6	8	9
Temp C	50.0000	50.0000	40.0000	40.0000
Pres mmHg	340.000	340.000	760.001	760.001
Enth Kcal /hr	755769.	.213744E+07	.139949E+07	.154505E+07
Vapor mole fraction	.536840	1.00000	.830051	1.00000
Total lbmol/hr	2306.01	871.136	871.140	647.846
Flowrates in lbmol/hr				
Oxygen	56.2518	56.2518	56.2518	56.2518
Water	1331.85	187.845	187.847	16.6489
Carbon Dioxide	479.437	479.437	479.436	479.436
Ethanol	438.473	147.603	147.605	95.5091
Stream No.	10	11	12	13
Temp C	37.3810	40.0000	50.0000	85.0000
Pres mmHg	760.001	988.001	988.001	988.001
Enth Kcal /hr	1242.17	-499646.	-.308125E+07	-.211008E+07
Vapor mole fraction	1.00000	.000000	.000000	.429349E-01
Total lbmol/hr	.535688	223.294	1434.87	1223.26
Flowrates in lbmol/hr				
Oxygen	.562518E-01	.000000	.000000	.000000
Water	.000000	171.199	1144.01	1182.02
Carbon Dioxide	.479437	.000000	.000000	.000000
Ethanol	.000000	52.0958	290.868	41.2425
Stream No.	14	16	19	23
Temp C	37.3810	105.880	76.6290	56.0000
Pres mmHg	988.001	847.001	760.001	988.001
Enth Kcal /hr	-.245600E+07	-.600802E+07	-786529.	-.264128E+07
Vapor mole fraction	.000000	.000000	.363650E-02	.000000
Total lbmol/hr	1066.65	3406.38	541.702	1223.26
Flowrates in lbmol/hr				
Oxygen	.000000	.000000	.000000	.000000
Water	971.143	3406.38	61.9867	1182.02
Carbon Dioxide	.000000	.000000	.000000	.000000
Ethanol	95.5089	.156094E-03	479.715	41.2425
Stream No.	26	33	36	50
Temp C	105.870	85.0000	74.5750	37.3810
Pres mmHg	846.801	738.001	596.800	760.001
Enth Kcal /hr	-.432639E+07	-.201082E+07	-.495684E+07	-626.448
Vapor mole fraction	.000000	.611364E-01	.000000	.411820
Total lbmol/hr	2452.83	1223.26	2452.83	1.60233
Flowrates in lbmol/hr				
Oxygen	.000000	.000000	.000000	.562518E-01
Water	2452.83	1182.02	2452.83	.971143
Carbon Dioxide	.000000	.000000	.000000	.479437
Ethanol	.000000	41.2425	.000000	.954981E-01

DC-203 Fermentador de Azúcares



Tanque

$$F = 0.172 D_t$$

$$G = 1.208 D_t$$

$$H_1 = 1.38 D_t$$

$$D_i = 0.30 D_t$$

Mamparas

Número = 4

$$W_b = 0.10 D_t$$

Propelas

Paletas

$$\text{Numero} = 3$$

$$L_i = 0.25 D_i$$

$$L = 1 D_i$$

$$W_i = 0.20 D_i$$

$$L' = 1 D_i$$

$$L'' = 0.30 D_i$$

$$\text{Volumen} = 189 \text{ m}^3$$

Tiene ya considerado un 10% en exceso para contener el agitador y los instrumentos.

$$\text{Volumen} = \frac{\pi D_i^2}{4} * G + \frac{\pi D_i^2}{6} * F$$

Sustituyendo

$$\text{Volumen} = \frac{\pi D_t^2}{4} * 1.208 D_t + \frac{\pi D_t^2}{6} * 0.372 D_t$$

Despejando  $D_t$  y sustituyendo valores, se obtiene

$$D_t = 6 \text{ m}$$

Sustituyendo este valor en las correlaciones se obtiene los siguientes resultados:

$$H_t = 8.5 \text{ m}$$

$$l'' = 0.54 \text{ m}$$

$$D_i = 1.8 \text{ m}$$

$$L_i = 0.45 \text{ m}$$

$$W_i = 0.6 \text{ m}$$

$$W_i = 0.36 \text{ m}$$

$$L = 1.8 \text{ m}$$

$$L' = 1.8 \text{ m}$$

$$N = 5.6 / \pi D_i$$

$$N = 0.99 \text{ rev/seg} \cong 60 \text{ rev/min}$$

$$N_{\text{comercial}} = 60 \text{ rev/min}$$

$$\text{Número de palas normalizadas} = 6 = N_{\text{palas}}$$

$$P = N_{\text{palas}} \rho N_{\text{comercial}}^3 D_i^5$$

Sustituyendo los valores se obtiene:

$$P = 116,435 \text{ W}$$

$$V_L = 0.8 \text{ Volumen}$$

$$V_L = 151$$

$$E = \frac{P}{V_L}$$

Sustituyendo los valores se obtiene:

$$E = 770 \text{ W/m}^3$$



EA-107 Enfriador de Melazas-Nutrientes

EA-206 Rebecidor del Fermentador

EA-403 Precalentador de la corriente  
Agua-Etanol

EA-404 Calentador de la corriente  
Agua-Etanol

EA-406 Condensador de la Torre de Etanol

EA-409 Rebecidor de la Torre de Etanol

EA-413 Enfriador de Vapores de Agua-Etanol

EA-418 Enfriador de Vinazas

```

REM *****
REM * THIS SOFTWARE SERVES TO COMPUTE SHELL AND TUBES HEAT *
REM * EXCHANGERS WITH THE BELL-TABOREK MANUAL METHOD, IN *
REM * SINGLE PHASE. *
REM * *
REM * *
REM * MEXICO, MAY 1993. *
REM * *
REM * NOTA: SE USO COMO REFERENCIA PARA EL PROGRAMA EL LIBRO *
REM * "HEAT EXCHANGERS: SELECTION, DESIGN AND CONSTRUCT- *
REM * TION.", SAUNDERS, GREAT BRITAIN: LONGMAN SCIENTI- *
REM * FIC AND TECHNICIAN, 1st ED., (c 1991). *
REM *****

```

DEFDBL A-Z

```

REM ***** PROCESS CONDITIONS *****

```

CLS

REM SHELL-SIDE

```

PRINT " ----- PROCESS CONDITIONS ----- "
PRINT : PRINT " SHELL-SIDE "
PRINT : INPUT " FLUID NAME : ", FS$
INPUT " FLOW RATE (kg/s)= ", FRS
INPUT " TEMPERATURE RANGE T1,T2 ( C)= ", TS1, TS2
INPUT " SPECIFIC HEAT (J/kgK)= ", CPS
INPUT " DYNAMIC VISCOSITY (Ns/m )= ", MUS
INPUT " THERMAL CONDUCTIVITY (W/mK)= ", KS
INPUT " DENSITY (kg/m )= ", ROS
INPUT " PRANDTL NUMBER = ", NPRS
INPUT " FOULING FACTOR (m K/W)= ", FFS
INPUT " MAX. PRESSURE LOSS (Pa)= ", DPMS
INPUT " TUBE-WALL RESISTANCE (m K/W)= ", RPS

```

CLS

REM TUBE-SIDE

```

PRINT " ----- PROCESS CONDITIONS ----- "
PRINT : PRINT " TUBE-SIDE "
PRINT : INPUT " FLUID NAME : ", FT$
INPUT " FLOW RATE (kg/s)= ", FRT
INPUT " TEMPERATURE RANGE T1,T2 ( C)= ", TT1, TT2
INPUT " SPECIFIC HEAT (J/kgK)= ", CPT
INPUT " DYNAMIC VISCOSITY (Ns/m )= ", MUT
INPUT " THERMAL CONDUCTIVITY (W/mK)= ", KT
INPUT " DENSITY (kg/m )= ", ROT
INPUT " PRANDTL NUMBER = ", NPRT
INPUT " FOULING FACTOR (m K/W)= ", FFT
INPUT " MAX. PRESSURE LOSS (Pa)= ", DPMT

```

```

REM ***** HEAT LOAD AND LMTD *****

```

```

QS = (FRS * (TS2 - TS1) * CPS) / 1000
QT = (FRT * (TT2 - TT1) * CPT) / 1000
Q = (ABS(QS) + ABS(QT)) / 2'      kW

```

```

LMTD = ((TS2 - TT1) - (TS1 - TT2)) / LOG((TS2 - TT1) / (TS1 - TT2))

```

REM \*\*\*\*\* LMDT FACTOR CORRECTION \*\*\*\*\*

CLS

P = (TS1 - TS2) / (TS1 - TT1)

R = (TT2 - TT1) / (TS1 - TS2)

PRINT " ----- LMDT FACTOR CORRECTION ----- "

PRINT : PRINT USING " P = ###.### "; P

PRINT USING " R = ###.### "; R

PRINT : INPUT " F = ", F

LMTDC = LMTD \* F

REM \*\*\*\*\* PRELIMINARY ESTIMATION OF HEAT TRANSFER AREA \*\*\*\*\*

CLS

PRINT " ---- PRELIMINARY ESTIMATION OF HEAT TRANSFER AREA --- "

PRINT : INPUT " OVERALL HEAT TRANSFER COEFF. APROX. (W/m K)= ", UA

AA = Q \* 1000 / (UA \* ABS(LMTDC))

PRINT : PRINT USING " HEAT TRANSFER AREA APROXIMATED (m )= ###,###.### "; A

LOCATE 20, 5: INPUT " Press any key to continue. ", c\$

REM \*\*\*\*\* MECHANICAL DESIGN DATA \*\*\*\*\*

10 CLS

PRINT " ----- ITEMS ----- "

PRINT : INPUT " TUBES: O.D., I.D., THK. (mm)= ", TOD, TID, THK

INPUT " TUBES: PITCH, ANGLE (mm)= ", PITCH, ANGLE

INPUT " TUBE MATERIAL : ", TM\$

INPUT " No. OF TUBES PER SHELL, No. OF PASSES = ", NTS, NPS

INPUT " TUBE LENGTH: OVERALL, EFFECTIVE (m)= ", LTO, LTE

INPUT " No. SHELLS IN UNIT = ", NSU

INPUT " ARRANGEMENT: SERIES, PARALLEL = ", S, P

INPUT " SURFACE: ONE SHELL, UNIT (ON O.D., m )= ", S1, SU

INPUT " SHELL NOZZLE I.D.: IN, OUT (mm)= ", IDSN, ODSN

INPUT " TUBES NOZZLE I.D.: IN, OUT (mm)= ", IDTN, ODTN

INPUT " SHEEL I.D. (mm)= ", SID

INPUT " EXCHANGER TYPE : ", ET\$

INPUT " TEMA DESIGNATION : ", TEMAD\$

REM \*\*\*\*\* TUBE-SIDE CALCULATIONS \*\*\*\*\*

CLS

PRINT " ----- TUBE-SIDE CALCULATIONS ----- "

NTP = NTS / NPS ' Number of tubes per pass

PRINT : INPUT " INT. FLOW AREA (ONE TUBE) (TABLE 17.3, m )= ", IFAI

IFAP = NTP \* IFAI ' Int. flow area (one pass)

VT = FRT / (ROT \* IFAP) ' Velocity in tubes, m/s

MVT = FRT / IFAP ' Mass velocity in tubes, kg/sm

NRE = MVT \* TID \* .001 / MUT ' Reynolds number

REM INPUT " KT = ", KT

INPUT " TUBE-SIDE COEFF. (FIG. 17.1, W/m K)= ", CTE

ALFAIO = CTE \* KT

FF = .0035 + .264 / NRE ^ .42

TT = LTO \* NPS ' Total travel, m

DPI = (4 \* FF \* TT \* MVT ^ 2) / (2 \* ROT \* TID \* .001) ' Straight loss, Pa

DPH = (1.6 \* NPS \* MVT ^ 2) / (2 \* ROT) ' Header loss, Pa

NFA = (3.1416 \* (IDSN / 1000) ^ 2) / 4 ' Nozzle flow area, m

```

NMV = FRT / NFA ' Nozzle mass velocity, kg/sm
DPN = 1.8 * NMV ^ 2 / (2 * ROT) ' Nozzle loss, Pa
DPT = DPI + DPH + DPN ' Total pressure loss, Pa
PRINT : PRINT USING " TOTAL PRESSURE LOSS (Pa)= #,###,###.## "; DPT
PRINT USING " MAX. PRESSURE LOSS (Pa)= ###,###.## "; DPMT
LOCATE 20, 5: INPUT " Press any key to continue. ", c$

```

REM \*\*\*SHELL-SIDE CALCULATIONS: BAFFLE DATA AND REYNOLDS NUMBER \*\*\*

20 CLS

```

PRINT "---- SHELL-SIDE CALCULATIONS: BAFFLE DATA AND REYNOLDS NUMBER ----"
PRINT : INPUT " SPACING: CENTRAL, END (mm)= ", LS, LE
INPUT " NUMBER, THICKNESS(mm) = ", NB, BT
SBR = LS / SID ' Spacing ratio
LT = LE / LS ' Spacing ratio
INPUT " FLOW AREA/UNIT BAFFLE PITCH (TABLE 12.3, m /m)= ", SMU
SM = SMU * LS * .001 ' Central cross-flow area, m
MC = FRS / SM ' Mass velocity, kg/sm
REC = MC * TOD / MUS ' Cross-flow Reynolds number

```

REM \*\*\*\*\* SHELL-SIDE CALCULATIONS: DESIGN FACTORS \*\*\*\*\*

CLS

```

PRINT "----- SHELL-SIDE CALCULATIONS: DESIGN FACTORS -----"
PRINT : PRINT USING " BSR = ###.### "; SBR
PRINT : PRINT " HEAT TRANSFER, CROSS LOSS, WINDOW LOSS "
PRINT : INPUT " FF (TABLE 12.4)= ", FFH, FFC, FFW' Flow rate factor
INPUT " FP (TABLE 12.4)= ", FPH, FPC, FPW' Physical property factor
INPUT " FM (TABLE 12.7)= ", FMH, FMC, FMW' Mechanical design factor
INPUT " XC (TABLE 12.8)= ", XCH, XCC, XCW
INPUT " M (TABLE 12.8)= ", MH, MC, MW
FCH = XCH / SBR ^ MH
FCC = XCC / SBR ^ MC
FCW = FCW / SBR ^ MW
INPUT " FE (HEAT TRANSFER, TABLE 12.5)= ", FE
INPUT " XE, E (CROSS LOSS, TABLE 12.9)= ", XE, E

```

REM SHELL-SIDE CALCULATIONS: HEAT TRANSFER COEFFICIENT AND PRESSURE LOSS

CLS

```

ALFAO = FFH * FPH * FMH * FCH * FE ' Heat trans. coef., W/m K
DPC = FFC * FPC * FMC * 1000! * FCC ' Central loss (one pass), Pa
DPW = FFW * FPW * FMW * FCW ' Window loss (one pass), Pa
FAN = 3.1416 * (IDSN * .001) ^ 2 / 4 ' Flow area, m Nozzle loss
MVN = FRS / FAN ' Mass velocity, kg/sm Nozzle loss
LO = (4 * MVN ^ 2) / (2 * ROS) ' Loss, Pa Nozzle loss
DPCT = DPC * (NB - 1) ' Total central loss, Pa
DPWT = DPW * NB ' Total window loss, Pa
DPE = 2 * DPC * (XCC / LT) ' End space loss, Pa
DPST = LO + DPCT + DPWT + DPE ' Total loss, Pa
PRINT "SHELL-SIDE CALCULATIONS: HEAT TRANSFER COEFFICIENT AND PRESSURE LOSS"
PRINT : PRINT USING " DPST (Pa)= #,###,###.## "; DPST
PRINT USING " MAX. PRESSURE LOSS (Pa)= ###,###.## "; DPMS
LOCATE 20, 5: INPUT " Press any key to continue. ", c$

```

REM \*\*\*\*\* OVERALL HEAT TRANSFER COEFFICIENT \*\*\*\*\*

CLS

IALFAIO = 1 / ALFAIO

IALFAO = 1 / ALFAO

RIO = FFT \* TOD / TID

IUO = IALFAIO \* (19.05 / 14.83) ^ 2 + RIO \* (19.05 / 14.83) ^ 2 + RPS + FFS +

SUR = Q \* 1000! \* IUO / ABS(LMTDC)

PRINT " ----- OVERALL HEAT TRANSFER COEFFICIENT -----"

PRINT : PRINT USING " SURFACE AREA AVAILABLE = ###,###.## "; SU

PRINT USING " SURFACE AREA REQUIRED = ###,###.## "; SUR

LOCATE 20, 5: INPUT " Press any key to continue. ", c\$

CLS

LOCATE 14, 5: INPUT " DO YOU WANT WHOLE OR PARTIAL CHANGE ? (W/P) ", R\$

IF R\$ = "W" THEN GOTO 10 ELSE IF R\$ = "P" THEN GOTO 20

END

FA - 105 Tanque de esterilización  
 FA - 201 Tanque de retención melazas - nutrientes  
 FA - 303 Tanque de retención de Fermentado  
 FA - 304 Tanque de retención de Levaduras  
 FA - 401 Tanque de retención de etanol  
 FA - 403 Tanque de separador de destilados  
 FA - 411 Primer separador de liquido para  
 destilado.  
 FA - 414 Segundo separador de liquido para  
 destilado.  
 FA - 501 Tanque de almacenamiento de  
 desfogues.

FA-411

Primer Separador de líquidos para destilado

	Entrada	Salida
Temperatura °C	50	50
Presión $\text{kg/cm}^2$	0.46	0.46
F lúp. líq. $\text{kg/min}$	238.41	
Vap. $\text{kg/min}$	268.85	
Tot. $\text{kg/min}$	507.26	250.31
$P_{\text{líq}}$ $\text{kg/l}$	0.937	
$P_{\text{vap.}}$ $\text{kg/l}$	$7.192 \times 10^{-4}$	
Composición % Peso		
Gases $\text{O}_2$	2.43	
$\text{CO}_2$	20.77	
Líquidos $\text{H}_2\text{O}$	57.76	
Etilanol	14.02	

$$Wv = 268.85 = 1.42 > 1 \quad \text{Por lo tanto escogemos}$$

$$W_{\text{lúp.}} = 238.41 \quad \text{presión vertical}$$

Tiempo de residencia disponible de 48 minutos según la recomendación.

Relación L/D = 3 debido a que  $P < 100 \text{ psig}$ .

Característica del servicio

con malla:

$$k \quad (\text{ft/s}) / (\text{m/s})$$

Vacio:

$$1 < P < 10 \text{ psia}$$

$$0.25 / 0.076$$

$$\textcircled{3} \quad U_{\max} = K (D_2/D_1 - 1)^{1/2}$$

$$U_{\max} = 0.25 (58.18/0.0419 - 1)^{1/2}$$
$$= 9.01 \text{ ft/seg}$$

④ Velocidad de diseño

$$V_d = 0.8 U_{\max}$$

$$V_d = 0.8 (9.01 \text{ ft/seg})$$

$$V_d = 7.208 \text{ ft/seg}$$

⑤ Diametro del recipiente

$$D = 1.128 (Q_v/V_d)^{1/2} \text{ ; ft}$$

$Q_v$  = flujo del vapor ;  $\text{ft}^3/\text{seg}$

$$Q_v = \frac{35563 \text{ lb/hr}}{3600 \text{ Dv}} = \frac{35563 \text{ lb/hr}}{3600 \frac{\text{seg}}{\text{hr}}} (0.0419 \text{ lb/ft}^3) = 220.01 \frac{\text{ft}^3}{\text{seg}}$$

$$D = 1.128 \left( \frac{220.01 \text{ ft}^3/\text{seg}}{7.208 \text{ ft/seg}} \right)^{1/2}$$

$$D = 6.231 \text{ ft}$$

⑤' Diametro comercial 6.5 ft

Es el obtenido más 6" o ajustarse a una medida

comercial. Puede ser el inmediato superior o inferior dependiendo del criterio de diseño.



⑥ Altura del líquido entre niveles

$$h_L = 1.27 \left( \frac{Q_L \rho_r}{D^2} \right); \text{ ft}$$

$$Q_L = \frac{31537 \text{ lb/hr}}{3600 \text{ D2}} = \frac{31537 \text{ lb/hr}}{3600 (58.48 \text{ lb/ft}^3)} = 0.149 \text{ ft}^3/\text{seg}$$

$$h_L = 1.27 \left( \frac{0.149 \text{ ft}^3/\text{seg} (300 \text{ seg})}{(6.5 \text{ ft})^2} \right)$$

$$h_L = 1.343 \text{ ft}$$

⑦ Área requerida para la separación del vapor

$$A_v = \frac{Q_v}{V_d}; \text{ ft}^2$$

$$A_v = \frac{220.01 \text{ ft}^3/\text{seg}}{7.208 \text{ ft}^3/\text{seg}} = 30.523 \text{ ft}^2$$

⑧ Área disponible para el vapor

$$h_v = 0.2D$$

$$h_v = 0.2(6.5)$$

$$h_v = 1.3 \text{ ft} \Rightarrow h_v = 2 \text{ ft} \text{ ya que el destino}$$

de la corriente de vapor (a un compresor) debe ser al menos de 2 ft

Se toma el valor mayor y se calcula el área para el vapor:

$$\frac{h_v}{D} = \frac{2}{6.5} = 0.3076$$

De acuerdo a la tabla de funciones segmentales 3.2 pag 155

$$A_v/A_T = 0.2612$$

$$A_T = 0.785(6.5)^2 = 33.16 \text{ ft}^2$$

$$A_v = 0.2612(33.16) = 8.66 \text{ ft}^2$$

9. Longitud entre tangentes

$$L = 5 \cdot 4/D = 6.5(3) = 19.5 \text{ ft}$$

10. Para determinar la altura para la separación del vapor se requiere:

$$A_T = 33.16 \text{ ft}^2$$

$$A_v/A_T = 30.52/33.16 = 0.9203$$

Ahora se revisará que la altura disponible para el líquido sea suficiente para cumplir con los requerimientos de tiempo de residencia. Se considera  $h_{min} = 10$  pulg para el campador de vertice más 4 pulg para su buen funcionamiento.

$$\frac{h_{min}}{D} = \frac{10 \text{ in}}{78 \text{ in}} = 0.1282$$

Con este valor  $v_{av} = 1.6 \text{ m/s}$  en H/A  
y superficie A/A<sub>T</sub>

$$A_{min}/A_T = 0.0749$$

Que es la fracción de área correspondiente a  
h<sub>min</sub>.

$$A_{min} = 0.0749(33.16) = 2.48 \text{ ft}^2$$

El área disponible para el tiempo de residencia  
del líquido es:

$$h_v/A = 2/6.5 = 0.3076 \text{ y superficie } A_v/A_T$$

$$A_i = A_T(1 - A_{min}/A_T - A_v/A_T) = 33.16(1 - 0.0749 - 0.2612) = 22.01 \text{ ft}^2$$

El volumen para el líquido es

$$V_L = A_i(L) = 22.01(19.5) = 429.35 \text{ ft}^3$$

Tiempo de residencia disponible para el líquido

$$\begin{aligned} \theta_c &= V_L/Q_c \\ &= 429.35/0.149 \\ &= 2881.5 \text{ seg} \\ &= 48 \text{ min} \end{aligned}$$

# Dimensiones finales para el recipiente

$$D = 6.5 \text{ ft}$$

$$L = 19.5 \text{ ft}$$

$$h_t = 1 \text{ ft}$$

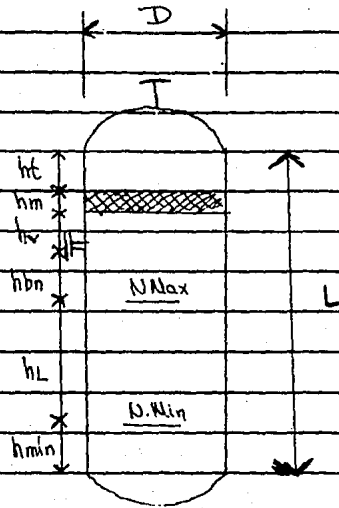
$$h_m = 6 \text{ in}$$

$$h_v = 2 \text{ ft}$$

$$h_l = 1.343 \text{ ft}$$

$$h_{min} = 10 \text{ in}$$

$$h_{bn} = 2.08 \text{ ft}$$



## PA-303 AB/R Centrifugas separadoras de Levadura

Se tiene 21.2% de sólidos a la entrada de cada centrifuga (Levaduras), el resto corresponde a la solución de agua-etanol.

Para esta concentración de sólidos se proponen la siguiente centrifuga con tales características:

Centrifuga de tazón de discos con toberas periféricas, con las siguientes características:

- a) Descarga del líquido y sólidos continua
- b) Capacidad de 24,000 Gal/hr.
- c) Diámetro de tazón 16"
- d) Velocidad 6,250 RPM
- e) Fuerza centrífuga por gravedad 8,900
- f) S en pies cuadrados 425,000 Ft<sup>2</sup>
- g) Diámetro del disco 12.4"
- h) No. de discos 98
- i) Rendimiento para líquido 25-150 Gal/min.
- j) Rendimiento para sólidos 0.4-4 Ton/hr
- k) Tamaño del motor 40 HP

Velocidad terminal de sedimentación de la levadura:

$$V_g = \frac{N_p d^2 g}{18\mu}$$

$$V_g = 0.207 \text{ cm/seg}$$

% de eficiencia del separador 90%

Índice de flujo volumétrico retenido en el  
tazón de cada centrifuga:

$$Q_c = 2 V_g \Sigma$$

$$Q_c = 163.45 \text{ m}^3/\text{seg}$$

PA-306 Camara de Secado.

Del balance de materia y energia obtenemos el dato de:

$$V = 1.746 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$\Theta_r = 3.5 \text{ seg}$$

$$V_d = V * \Theta_r$$

$$V_d = 61.00 \text{ m}^3$$

$$\text{Diametro} = \sqrt[3]{\frac{V_d}{3.3683}}$$

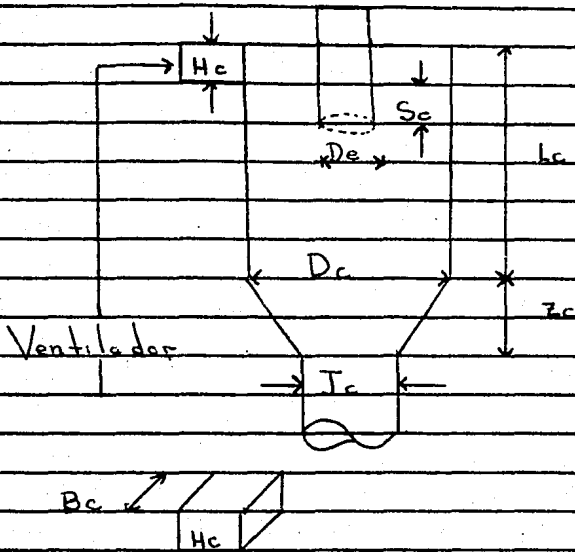
$$\text{Diametro} = 1.73 \text{ m}$$

$$\text{Altura} = 4 \text{ Diametro}$$

$$\text{Altura} = 6.92 \text{ m}$$

Con un cono de  $60^\circ$

# Ciclón



Diametro recomendado para partícula de  $\pm 5 \mu\text{m}$   
 teniendo una eficiencia del 90-98% una  $\Delta p = 1.0 \text{ kPa}$   
 y se alimenta a una  $V = 13.4 \text{ m/seg}$ , por lo tanto  
 $D = 0.1524 \text{ m}$

$$B_c = D_c/4$$

$$D_e = D_c/2$$

$$H_c = D_c/2$$

$$L_c = 2 D_c$$

$$S_c = D_c/8$$



$$Z_c = 2D_c$$

$$I_c = D_c/4$$

$$D_c = 0.1524 \text{ m}$$

$$B_c = 0.0381 \text{ m}$$

$$D_c = 0.0762 \text{ m}$$

$$H_c = 0.0762 \text{ m}$$

$$I_c = 0.3048 \text{ m}$$

$$S_c = 0.0191 \text{ m}$$

$$Z_c = 0.3048 \text{ m}$$

$$I_c = 0.0381 \text{ m}$$

## PA-307 Filtro clarificador

Area requerida para Filtrado:

1. Se evalúan las constantes  $s$ ,  $\alpha'$ ,  $w$  y  $V_f$  para la siguiente ecuación:

$$V_R^2 + 2 A_D \psi_f V_F V_R = \left[ 2 A_D^2 \psi_f (\Delta P)^{1-s} \right] / \left[ \alpha' w \mu N_R \right]$$

donde

$V_R$  = Volumen filtrado por revolución

$N_R$  = Número de revoluciones por unidad de tiempo

$\Delta P$  = Caída de presión en el filtro

$A_D$  = Área total disponible

$\psi_f$  = fracción del área inversa en el lado

$V_F$  = Volumen ficticio de filtrado por unidad de área. Filtrante necesario para producir una torta de espesor  $L$

$s$  = Exponente de compresibilidad de la torta

$\alpha'$  = constante

$\mu$  = Viscosidad del filtrado

$w$  = libras de solido de torta seca por unidad de volumen de filtrado

Se selecciona:

$$\psi_f = 0.35 \quad \text{y} \quad N_a = 5 \text{ rpm}$$

$$\frac{\Delta p}{N_a (V_a / \Delta a)} = \frac{1}{2 \psi_f} \alpha' w \mu \Delta p^5 \left( \frac{V_a}{\Delta a} \right)^4$$

$$\alpha' w \mu V_a \Delta p^5 \quad (1)$$

linealizando la ecuacion, se obtiene

$$\log(\text{pendiente}) = 5 \log \Delta p + \log \frac{\alpha' w \mu}{2}$$

$$\log(\text{intersección}) = 5 \log \Delta p + \log \alpha' \mu w V_a$$

Resolución de la ecuación (1) se muestran en la siguiente hoja, bajo las siguientes condiciones para su resolución:

$$V_a = 413.3 \text{ ft}^3/\text{hr}$$

$$\theta = 1 \text{ hr}$$

$$N_p = 40 \text{ psi}$$

y se obtiene por resultado el area requerida de:

$$794.2 \text{ ft}^2$$

en literatura se encuentra:

$$\text{Area de superficie filtrante} = 836 \text{ ft}^2$$

$$\text{Diametro de tambor} = 12 \text{ ft}$$

$$\text{longitud del tambor} = 22 \text{ ft}$$

Valores	Teoría de Situación 1			Diferencia de pruebas en un libro de días 8 B <sup>2</sup>	
libros, Auz	DP=30pat	DP=30pat	DP=40pat		
8	0,34	0,35	0,21		
8	0,95	0,94	0,08		MM=0
10	1,32	1	0,81		
18	1,2	1,43	1,17		

DP=30pat		Diferencia de Pruebas	
DPN(9)	VA		
0,2294	0,020	Constante	0,229701
0,10	1	En Estándar Est Y	0,020734
10,1379	1,26	R Cuadrado	0,000648
12,16	1,5	Nº de Observaciones	4
		Grados de Libertad	2
		Coefficiente(s) X	7,281545
		En Estándar de Coef.	0,041351

DP=30pat		Diferencia de Pruebas	
DPN(9)	VA		
0,78	0,020	Constante	0,779255
0,210	1	En Estándar Est Y	0,040454
11,29	1,26	R Cuadrado	0,000200
13,788	1,5	Nº de Observaciones	4
		Grados de Libertad	2
		Coefficiente(s) X	0,122092
		En Estándar de Coef.	0,002573

DP=40pat		Diferencia de Pruebas	
DPN(9)	VA		
0,4818	0,020	Constante	0,317200
0,084	1	En Estándar Est Y	0,072232
12,4419	1,26	R Cuadrado	0,000201
14,076	1,5	Nº de Observaciones	4
		Grados de Libertad	2
		Coefficiente(s) X	0,732785
		En Estándar de Coef.	0,180003

DP.pat	Pérdida	Intercepto
3880	7,221	0,295
4380	0,122	0,078
8780	0,732	0,318

log(β <sub>0</sub> )		log(β <sub>1</sub> )		Diferencia de Pruebas	
log(β <sub>0</sub> )	log(β <sub>1</sub> )				
0,80978	3,402302	Constante	-0,13730		
0,06000	3,036484	En Estándar Est Y	0,007316		
0,08808	3,700423	R Cuadrado	0,007200		
		Nº de Observaciones	3		
		Grados de Libertad	1		
		Coefficiente(s) X	0,300400		
		En Estándar de Coef.	0,004190		

log(β <sub>0</sub> )		log(β <sub>1</sub> )		Diferencia de Pruebas	
log(β <sub>0</sub> )	log(β <sub>1</sub> )				
-0,90949	3,402302	Constante	-1,11807		
-1,10701	3,036484	En Estándar Est Y	0,420216		
-0,40757	3,700488	R Cuadrado	0,00228		
		Nº de Observaciones	3		
		Grados de Libertad	1		
		Coefficiente(s) X	0,105873		
		En Estándar de Coef.	0,107017		

**RESULTADOS**

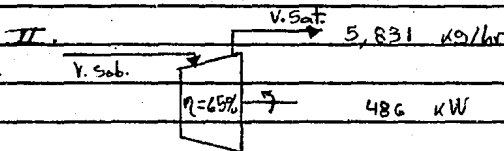
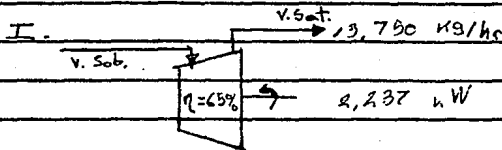
s = 0,3  
 s<sup>2</sup> = 0,091579  
 Vt = 1,2299

Area requerida para 794,8 B<sup>2</sup>  
 la Situación = 73,8 m<sup>2</sup>B

#### IV.3 REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS AUXILIARES Y AGENTES QUIMICOS

## Cogeneración:

Se utilizarán dos turbinas expansoras para generar la energía eléctrica requerida y el vapor saturo de requerido para la operación normal del proceso completo.



Las condiciones del vapor sobrecalentado y el vapor saturado son, respectivamente

$$42.2 \text{ kg/cm}^2, 316^\circ\text{C}$$

$$4.2 \text{ kg/cm}^2, 145^\circ\text{C}$$

Cálculo de consumo de vapor de alta presión

$$h_a = 1,290.3 \quad h_g = 1,177.6 \quad h_f = 262.2$$

$$S_a = 1.5329 \quad S_g = 1.6440 \quad S_f = 0.4273$$

$$h_1^k = 262.2 + [(1.5329 - 0.4273) / 1.217] \times 915.4 = 1,093.6$$

$$\Delta h_1^k = 1,290.3 - 1,093.6 = 196.3$$

$$\Delta h_j^r = 196.3 \times 0.65 = 127.6 \text{ Btu/lb}$$

$$h_j^r = 1,290.3 - 127.6 = 1,162.6$$

$$X_{a-1} = 127.6 / 3412 = 0.0374 \text{ kWh/lb}$$

$$h^r/h^s = 0.9873$$

$$\text{Exergy}_a = 0.0374 / 0.9873 = 0.0378 \text{ kWh/lb}$$

Para la primera turbina

$$\text{Consumo} = 2,237 / 0.0378 = 30,313 \text{ lb/hr}$$

$$= 13,750 \text{ kg/hr}$$

Para la segunda turbina

$$\text{Consumo} = 486 / 0.0378 = 12,857 \text{ lb/hr}$$

$$= 5,831 \text{ kg/hr}$$

## Combustible líquido.

### Cálculo de requerimiento.

El flujo de aire a calentar y su cambio de entalpia son:

$$\dot{W} = 4,678.4 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

$$\Delta h = 203.1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 48.2 \frac{\text{kCal}}{\text{kg}}$$

El poder calorífico del combustible es

$$\text{P.C.} = 9,020.6 \frac{\text{kCal}}{\text{L}}$$

$$= 10,023 \frac{\text{kCal}}{\text{kg}}, \quad d. = 0.9$$

Entonces el consumo de combustible es

$$\frac{\dot{W} \Delta h}{\text{P.C.}} = 22.5 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} = 25 \frac{\text{L}}{\text{hr}}$$



Agente químico,  $H_2SO_4$

El ajuste de pH se hace cuando tenemos un valor de 5, y debemos llegar a 3.5. Necesitamos para ello una solución de ácido sulfúrico al 80% en peso.

$$pH = -\log [H^+] = -\log \left[ \frac{N}{d} \right]$$

donde  $N$  = Normalidad, con valor de referencia 1  
 $d$  = factor de dilución

$$5 = -\log [H^+]$$

$$[H^+] = \text{antilog}(-5) = 0.00001 \frac{\text{eq}}{L}$$

para el volumen ocupado de reactor se tiene

$$0.00001 \times 1.89 \times 10^5 \times 0.9 = 1.7 \text{ eq}$$

$$= 17.0 \text{ eq para } pH=4$$

$$17.0 - 1.7 = 15.3 \text{ eq requeridos para ajustar el pH}$$

Para la solución de  $H_2SO_4$  se tiene

$$\frac{140.4 \text{ g } H_2SO_4}{100 \text{ ml}} \times \frac{1 \text{ mol}}{98 \text{ g}} \times \frac{2 \text{ eq}}{1 \text{ mol}} = \frac{2.86 \text{ eq}}{100 \text{ ml}}$$

Por lo tanto, el requerimiento de  $\text{O}_2$  por este ajuste es

$$15.3 \times \frac{100}{2.86} = 535 \text{ mol} = 0.53 \text{ L}$$

#### IV.4 DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS Y SELECCION DE MATERIALES

### **\*SELECCION DE MATERIAL DE LA TUBERIA**

Es necesario para la selección del material de la tubería considerar los siguientes aspectos:

- a) Tipo de proceso
- b) Condiciones de operación del proceso
- c) Lugar donde se construirá la planta

- a) Tipo de proceso

Este proceso es continuo por lo que requiere equipos, y accesorios en relvo y material de la tubería resistente.

- b) Condiciones de operación del proceso

Es importante considerar las condiciones de operación del proceso ya que de acuerdo a la Presión, Temperatura, cantidad y tipo o composición del Flujo, se elegirá el material que resista esas condiciones que requiere el proceso.

- c) Lugar donde se construirá la planta

Dependiendo de las condiciones climatológicas del lugar se seleccionará también el material de la tubería si ésta va por fuera (al aire libre) o subterránea; principalmente para la duración de la tubería.

Analizando estos tres aspectos después de una revisión suficiente de los materiales existentes y tan diversos de tuberías se eligió ACERO INOXIDABLE por las siguientes razones;

I) RESISTE A LA CORROSION DE:

- Acido nítrico
- Acido sulfúrico diluído a temperatura ambiente si es aerado
- La mayoría de los ácidos orgánicos incluyendo los ácidos alimenticios
- Alcalis, excepto bajo tensión en cáustica concentrada caliente

II) NO RESISTE A LA CORROSION DE:

- Acido clorhídrico y fluorhídrico diluídos o concentrados
- Cloruros oxidantes
- Algunos ácidos orgánicos, incluyendo oxálico, fórmico y láurico

En este proceso principalmente tenemos levaduras, azúcares, ácido sulfúrico (para control del pH en el Fermentador), etanol y gases como: dióxido de carbono y oxígeno.

Por lo que se concluye que entra bajo las condiciones de resistencia de corrosión del acero inoxidable, además de su uso común para procesos farmacéticos y de alimentos, de tal forma que deberá usarse este material para esta planta productora de Etanol en la sección donde fluyan levaduras y azúcares.

A) Acero Inoxidable, AISI tipo 304 o ASTM A312-64, Gr. TP 304. Este es el más común de los aceros inoxidable. Resiste la corrosión de muchas sustancias; provee condiciones sanitarias para las industrias farmacéuticas y alimenticias.

B) Acero Inoxidable, AISI tipo 316 o ASTM A312-64 Gr. 316 Es el acero inoxidable más resistente a la corrosión y uno de los más costosos.

**ACERO INOXIDABLE**

COMPOSICION NOMINAL: 8Cr-8Ni

P NUMERO: 8

GRUPO NUMERO: 1

FORMA DE PRODUCTO: SMLS, PP.

NUMERO DE ESPECIFICACION: SA-312

GRADO: TP-304

**VALORES MÁXIMOS PARA ACERO DE ALTA ALEACION.**

**TEMPERATURAS DE -20 A:**

100	200	300	400	500	600	650 (F)
18.7	17,7	16,6	16.1	15.9	15.9	15.9

KPI\*1000=PSI

Para el grado TP- 304 los requerimientos quimicos son:

GRADO	DESIG.	CARBONO	MAGNESIO	FOSFORO	SULFURO
TP-304	S30400	0 08	2	0 040	0.030
SILICON	NIQUEL	CROMO			
0-75	8-11	18-20			

## REQUERIMIENTOS DE TENSION

GRADO	DESIG.	TENSION A LA FUERZA	FUERZA PERMISIBLE
TP-304	S30400	75Ksi	30Ksi

### \*ESPECIFICACION DE LA LINEA O TUBERIA

A fin de asegurar una buena estabilidad estructural, se especificará tubo de pared gruesa ( CD 80 ) para tubos de diámetro inferior a 2".

#### NOMENCLATURA:

CEDULA 40 : R

CEDULA 80 : T

De acuerdo a la presión manométrica en los tubos, a su temperatura y a su cedula se calculará el esfuerzo de trabajo admisible, el cual deberá ser inferior al esfuerzo máximo especificado por el fabricante.

De tal forma que se requiere calcular el diámetro de la siguiente manera:

Se cuenta con la información:

$F(=)$ Kg/h    Densidad(=)Kg/m<sup>3</sup>    Vel, recomendada(=)ft/s

$P(=)$ Kgf/cm<sup>2</sup>     $T(=)$ C

con esto se calcula un área; posteriormente el diámetro y después el diámetro nominal (tablas).

Se siguen ciertos criterios siguientes para especificar las líneas, como en el siguiente ejemplo:

6" P 2000 M B (2 A 1) C 26

en donde:

6" Es el diámetro Nominal

P Es el servicio

2000 Número de línea

M Presión de la línea

B Material

2 Características del material (composición)

A Cedula

1 Presión que resiste el material

C Tipo de aislamiento

26 Espesor del aislante

Para el número de la línea se designó de 3000 en adelante.

Para la presión de la línea se hizo en forma creciente de la siguiente manera:

CLAVE	PRESION kgf/cm <sup>2</sup>
A	0.074
B	0.46
C	0.95
D	1.03
E	1.2
F	1.28



G	1.62
H	1.8
I	2.45
J	2.5
K	3.3
L	4
M	42.2

#### MATERIAL

NOMENCLATURA	CLAVE	MATERIAL
A	SA-312	ACÉRO INOXIDABLE

#### CARACTERISTICAS DEL MATERIAL (COMPOSICION)

NOMENCLATURA	GRADO
1	TP-304

#### PRESION QUE RESISTR EL MATERIAL

GRADO	ksi [MPa]	CLAVE
TP-304	30 [205]	Q

#### TIPO DE AISLAMIENTO

Debe mantenerse:

C: fluido caliente

F: fluido frío

S: por seguridad;  $T > 40$  C

#### ESPEJOR DEL AISLANTE

El aislante que se eligió fué la fibra de vidrio por que es uno de los materiales que mejor aisla, sobre todo cuando se

requiere conservar o mantener la temperatura de algún vapor.

TUBO No.	TEMPERATURA	ESPEJOR	K(BTU/HR/FT2 C)	T ext.
3	110	1.5"	.023	40.7
4	135	1"	"	36.4
5	131	1"	"	35
6	131	.5"	"	"
7	90	.5"	"	37
21	70	.5	-	35
22	50	.5"	-	31

CLAVE	ESPEJOR
25	.5"
45	1.0"
65	1.5"

De modo que la tabla de especificación de la tubería queda como sigue:

- 3" P 3000 D A (1RQ)
- 3" P 3001 I A (1RQ)
- 3" P 3002 I A (1RQ)
- 6" VB 3003 K A (1RQ) C 65
- 4" P 3004 L A (1RQ) C 45
- 3" P 3005 F A (1RQ) C 45
- 3" P 3006 I A (1RQ) C 45
- 3" P 3007 D A (1RQ) F 25

6" AE 3008 I A (1RQ)  
6" AR 3088 H A (1RQ)  
3" P 3009 D A (1RQ)  
3" P 3010 C A (1RQ)  
4" P 3011 E A (1RQ)  
1.5" P 3012 - A (1TQ)  
3.5" P 3013 D A (1RQ)  
3.5" P 3014 - A (1RQ)  
1.5" P 3015 H A (1TQ)  
10" AQ 3016 G A (1RQ)  
6" P 3017 A A (1RQ)  
20" P 3018 A A (1RQ)  
18" P 3019 B A (1RQ) S 25  
18" P 3020 B A (1RQ) S 25  
20" VA 3021 M A (1RQ) C 65  
10" VB 3022 KA A (1RQ) C 65

#### NOMENCLATURA DE LOS DIBUJOS

- A) 500 SIGNIFICA " A DONDE VA; FUERA DE LIMITE DE BATERIA"  
AR EA-418 SIGNIFICA " AGUA DE RETONO QUE VIENE DEL  
INTERCAMBIADOR DE CALOR EA-418

B) TURBINA ACCIONADORA DEL COMPRESOR, CLAVE: 150

C) DESFOGUE O A CABEZAL DE DESFOGUE, CLAVE: 250

D) PROCESO P

CONDENSADOS C

DESFOGUE D

E) PAQUETERIA PQ

CAMARA DE SECADO: 10

AGENTES QUIMICOS AQ

CICLON: 20

FILTRO: 30

DIBUJOS:

SECCION I 1000 FERMENTACION

SECCION II 1100 SECADO

SECCION 111 1200 DESTILACION

AREA in2	DI, in	D Nominal	CLAVE
7.13	3.01	3	
7.10	3.01	3	
7.35	3.06	3	
20.59	5.12	6	
9.99	3.57	3.5	
7.35	3.06	3	
7.14	3.02	3	
7.13	3.01	3	
22.81	5.29	6	
22.92	5.40	6	
7.25	3.04	3	
7.29	3.05	3	
14.13	4.24	4	
		1.5	CEDULA 80
8.41	3.27	3.5	
10.68	3.69	3.5	
2.26	1.70	1.5	CEDULA 80
75.23	9.79	10	
36.06	6.78	8	
305.75	19.74	20	
232.64	17.21	18	
218.40	16.68	18	

FLUJO, kg/s	DENSIDAD kg/m <sup>3</sup>	FLUJO, m <sup>3</sup> /s	ft <sup>3</sup> /s	vel. ft/s
12.1	1440	0.008	0.297	6
12.31	1470	0.008	0.296	6
12.31	1420	0.009	0.306	6
0.48	1.186	0.405	14.301	100
12.78	1085	0.012	0.416	6
12.3	1420	0.009	0.306	6
12.3	1460	0.008	0.298	6
12.31	1465	0.008	0.297	6
31.28	997	0.031	1.109	7
31.28	992	0.032	1.114	7
12.31	1440	0.009	0.302	6
8.68	1010	0.009	0.304	6
21	1260	0.017	0.589	6
CONSUMO	DE ACIDO	SULFURICO	1 l/hr.	
9.92	1000	0.010	0.351	6
12.59	1000	0.013	0.445	6
2.66	1000	0.003	0.094	6
1.16	1.178	0.985	34.796	66.6
2.66	0.9	2.956	104.437	417
8.77	0.35	25.057	885.411	417
8.77	0.46	19.065	673.683	417
8.77	0.49	17.898	632.437	417

Suggested Fluid Velocities in Pipe and Tubing

The velocities are suggestive only and are to be used to approximate line size as a starting point for pressure drop calculations.

The final line size should be such as to give an economical balance between pressure drop and reasonable velocity.

Fluid	Suggested Trial Velocity	Pipe Material	Fluid	Suggested Trial Velocity	Pipe Material
Acetylene (Observe pressure limitations) Air (4 to 30 m.p.s.)	4000 fpm 4000 fpm	Steel	Sodium Hydroxide 0-30 Percent	6 fps	Steel
Ammonia Liquid	6 fps	Steel	30-50 Percent	5 fps	Steel and Nickel
Gas	6000 fpm	Steel	50-75 Percent	4	
Benzene	6 fps	Steel	Sodium Chloride Sol'n. No Solids	5 fps	Steel
Bromine			With Solids	(6 Min.--- 15 Max.)	More or nickel
Liquid	4 fps	Glass	Perchloroethylene	7.5 fps	Steel
Gas	2000 fpm	Glass	Steam	3 fps	Steel
Calcium Chloride	4 fps	Steel	0-30 psi Saturated*	4000-6000 fpm	Steel
Carbon Dioxide	6 fps	Steel	30-100 psi Saturated or superheated*	6000-10000 fpm	
Chlorine			150 psi up superheated	6500-15000 fpm	
Liquid	5 fps	Steel, Sch. 80	*Short lines	15,000 fpm (max.)	
Gas	2000-5000 fpm	Steel, Sch. 80	Sulfuric Acid 53-93 Percent	4 fps	S. S.-316, Lead
Chloroform	6 fps	Copper & Steel	93-100 Percent	4 fps	Cast Iron & Steel, Sch. 80
Liquid	2000 fpm	Copper & Steel	Sulfur Dioxide	4000 fpm	Steel
Gas	6000 fpm	Copper & Steel	Syngas	6 fps	Steel
Ethylene Oxide	4 fps	Glass	Trichloroethylene	4 fps	Steel
Fluorine (Liquid)	6 fps	Steel	Vinyl Chloride	6 fps	Steel
Ethylene Dichloride	6 fps	Steel	Vinylidene Chloride	3 fps	Steel
Ethylene Glycol	6 fps	Steel	Water		
Hydrogen	4000 fpm	Steel	Average service	3-8 (avg. 6) fps	Steel
Hydrochloric Acid			Boiler feed	4-12 fps	Steel
Liquid	5 fps	Rubber Lined	Pump suction lines	1-5 fps	Steel
Gas	4000 fpm	R. L., Saran, Havag	Maximum economical (usual)	7-10 fps	Steel
Methyl Chloride			Sea and brackish water, lined pipe	5-8 fps (3	R. L., concrete, asphalt-lined, saran-lined, tranzite
Liquid	6 fps	Steel	Concrete	5-12 fps (Min.)	
Gas	4000 fpm	Steel			
Natural Gas	6000 fpm	Steel			
Oils, lubricating	9 fps	Steel			
Oxygen (ambient temp.) (low temp.)	1800 fpm Max. 4000 fpm	Steel (350 psig Max.) Type 301 SS			
Propylene Glycol	5 fps	Steel			

Note: R. L. = Rubber-lined steel.

Typical Design Vapor Velocities\* (ft./sec.)

Fluid	Line Sizes		
	≤6"	8"-12"	≥14"
Saturated Vapor 0 to 50 psig	30-115	50-125	60-145
Gas or Superheated Vapor 0 to 10 psig	50-140	90-190	110-250
11 to 100 psig	30-115	75-165	95-225
101 to 900 psig	30-85	60-150	85-165

\* Values listed are guides, and final line sizes and flow velocities must be determined by appropriate calculations to suit circumstances. Vacuum flows are not included in the table, but usually tolerate higher velocities. High vacuum conditions require careful pressure drop evaluation.





## PROCEDIMIENTO DE CALCULO DE CABEZALES DE LIQUIDOS :

Se utilizó la ecuación de Bernoulli :

$$(1) \Delta P/g = Z g/g_c + \Sigma F \quad \text{Unidades: } \overline{\text{kg m/kg}}$$

El término  $Z g/g_c$  únicamente se aplicó en el cabezal de recirculación al tanque GD-102, donde era necesario elevar los desfogos a 9 metros de altura.

$$(2) \Sigma F = 2 V^2 f L / (g_c D) \quad \text{Ecuación de Darcy para calcular las pérdidas por fricción en tuberías.}$$

### Procedimiento de Cálculo :

Una vez definida la presión de ajuste de las válvulas de seguridad :

- (1) Se supone un diámetro  $D$ .
  - (2) Se evalúa el número de Reynolds.
  - (3) Se evalúa el factor de fricción " $f$ ", de nomogramas (Fanning).
  - (4) Se calculan las pérdidas por fricción  $\Sigma F$ .
  - (5) Se calcula el término  $\Delta P$ .
  - (6) Si es demasiado alta la pérdida de presión  $\Delta P$ , se supone un diámetro mayor  $D$ .
- \* " $L$ " es longitud del cabezal y ramal del "Plot Plant".

A las pérdidas por fricción se agregan las pérdidas debidas a las expansiones del ramal al cabezal; y de la válvula al ramal.

Estas pérdidas se evalúan mediante la fórmula tomada del Perry:

$$\frac{(\Delta P / \rho)_{\text{expansiones}}}{\text{(pérdida insignificante)}} = 0.011 (U_1 - U_2)^2 / (2g_c)$$

La constante 0.011 proviene del tipo de dispositivo de expansión utilizado; con un ángulo de apertura entre  $7^\circ$  y  $45^\circ$ .

NOMENCLATURA DE LOS TERMINOS DEL IMPRESO DE LA COMPUTADORA:

$U$  = Velocidad

$L$  = longitud

$f$  = factor de fricción

$D$  = Diámetro

$A$  = Área de sección transversal

$F = \sum F$

$Exp$  = pérdidas en expansiones.

La letra  $V$  = referente a la válvula

$R$  = " al Ramal

$C$  = " al Cabezal

$\mu$  = Viscosidad

$E/D$  =  $E/D$  Nomograma de Moody (Tubos Acero).

## PROCEDIMIENTO DE CALCULO DE CABEZALES DE VAPORES Y GASES .

1.- Se busca que hubiera flujo subsónico ; y se toman las ecuaciones de flujo isotérmico , con la temperatura de salida de la válvula .

ECUACIONES :

$$(1) \quad G^2 = \frac{P_1^2 g_c}{2R'T} \left[ \frac{1 - (P_2/P_1)^2}{2fL/D - \ln(P_2/P_1)} \right]$$

Donde  $P_1$  = presión inicial

$P_2$  = .. al final de la tubería de longitud  $L$   
y diámetro  $D$  .

Evaluación de la Masa-Velocidad Sónica  $G_c$  :

$$(2) \quad \frac{2fL}{D} + 0.5 = \ln \left( \frac{P_c}{P_1} \right) + 0.5 \left( \frac{P_1}{P_c} \right)^2$$

1.- Se evalúa  $2fL/D$  .

2.- Se determina la razón de presión crítica  $P_c/P_1$  .

3.- Se sustituye la razón anterior de presiones en la ecuación (1) .

4.- Se evalúa  $G_c$  .

\* Se supone un diámetro  $D$  tal que  $G < G_c$  .

El Diámetro del Cabezal y del quemador elevado se calcularan de acuerdo con el flujo de la válvula PSV-322 (el Mayor)  $W = 45,227 \text{ kg/hr.}$

Con un diámetro nominal = 10" :

$$G_c = 260.83 \text{ kg/m}^2\text{s} ; \rho_c = 0.804 \text{ kg/m}^3$$

$$P_c = 0.84 \text{ atm.} ; U_c = 324.5 \text{ m/s} \text{ VELOCIDAD SONICA.}$$

$$G = 246.1 \text{ kg/m}^2\text{s} ; L = 100 \text{ metros.}$$

$$Q_1 = 4.3 \text{ m}^3/\text{s} ; P_2 = 2.27 \text{ atm}$$

$$F = 0.0038.$$

Quemador :  $G$  debe ser 20% a 30% de  $G_c$  :

$$G = 66.9 \text{ kg/m}^2\text{s} \rightarrow 21\% \text{ de } G_c'$$

$$G_c' = 312.3 \text{ kg/m}^2\text{s} , \text{ en quemador con } D = 20" .$$

$\therefore$  Diámetro del quemador = 20" = 0.489 metros.

Altura : De acuerdo con norma de Seguridad para que  $q$  en  $\text{BTU/hrft}^2$  fuera de acuerdo a lo permisible.

$$h = 50 \text{ metros.}$$

El Diámetro del cabezal y del quemador  
elevado se calcularon de acuerdo con el  
flujo de PSV-322 (el Mayor) :  $W = 45,227 \text{ kg/hr}$

Con un Diámetro Nominal =  $10''$  :

$$G_c = 324.$$

Fluido: Gas

$$A = \frac{V}{15.0 P K_g K_t K_c} \quad \text{en donde:}$$

V = Capacidad de gas en  $\text{ft}^3/\text{min}$

P = Presión de Alivio = Presión de ajuste + Acumulación + 14.7

$K_g$  = Factor de corrección para gravedad específica

$K_t$  = Factor de corrección para temperatura

$K_c$  = Factor de corrección para radio de calor específico

$$K_g = \frac{1}{\sqrt{G}} \quad K_t = \frac{\sqrt{520}}{\sqrt{T}} \quad K_c = \frac{c}{315}$$

Válvula: PSV 126 Balancada

Temp. antes de válvula =  $118^\circ\text{C}$

Temp. después " " =  $99^\circ\text{C}$

M = 28.65 lb/lbmol

P = 60 psia : Ajuste

Temp. vapores etano | 30 psia =  $99^\circ\text{C}$

Contra presión = 30 psia (50%)

Balancada

$$P = \frac{30 (28.65)}{10.73 (210 + 460)} = 0.12 \text{ lb/ft}^3$$

$$G = \frac{P_{\text{gas}}}{P_{\text{aire}}} = \frac{28.65}{29} = 0.987 \quad K_g = \frac{1}{\sqrt{G}} = 1.006$$

$$K_T = 1.443 \quad K = 1.24 \quad K_C = 1.083$$

$$W = 31,602.8 \text{ Kg/hr} \left( \frac{1.16}{454 \text{ Kg}} \right) \left( \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}} \right) \left( \frac{1.31^3}{1.10 \text{ lb}} \right) \\ = 9,708.4 \text{ ft}^3/\text{min}$$

Válvula balanceada:  $K_b = 0.92$

$$A = \frac{4,859.2}{15.8 \cdot P \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_b} \\ = \frac{4,859.2}{15.8 \cdot P \cdot (1.006) \cdot (1.443) \cdot (1.083) \cdot (0.92)}$$

$$P = 45 \text{ psig} + 4.5 + 15 \text{ psia} \quad \text{Acumulación} \\ = 64.5 \text{ psia} \quad 10\% \text{ de } 45 = 4.5$$

$$A = \frac{4,859.2}{15.8 \cdot (64.5) \cdot (1.006) \cdot (1.443) \cdot (1.083) \cdot (0.92)} \\ = 6.59 \text{ in}^2$$

Orificio:  $Q$  (11.05 in<sup>2</sup>)

Por el mismo procedimiento obtenemos las áreas de las siguientes válvulas:

	Area (in <sup>2</sup> )
PSV 301	2.853
PSV 305	2.853
PSV 309	2.853

Fluido: Vapor

Válvula: PSV 321 Balancada

60 psia Temp. antes de válvula = 118 °C

30 psia Temp. después " " = 97 °C

Flujo a desfogar: la capacidad total  
del condensador

1002.1 lb/hr ,  $\rho = 42.86 \text{ lb/lbmol}$

$$P = \frac{30 (42.86)}{(10.73)(207-460)} = 0.18 \frac{\text{ft}^3}{\text{ft}^3}$$

$$(1002.1)(42.86) = \frac{42,950 \text{ lb/hr}}{18 \text{ lb/ft}^3} \left( \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}} \right)$$

$$= 3,984.4 \text{ ft}^3/\text{min}$$

$$P_{rel.} = \frac{42.86}{29} = 1.478 ; K_g = \frac{1}{\sqrt{1.478}} = 0.823$$

Fórmula de vapor saturado:

$$A = \frac{W_s}{50 P K_{sh}} \text{ en donde:}$$

$W_s$  = Capacidad de vapor sat. en lb/hr

$P$  = Presión de Alivio

$K_{sh}$  = Factor de corrección para vapor



$$K_b = 0.92 \text{ (Balanced)}$$

$$\text{Accumulation} = 0.1 (45)$$

$$= 4.5 \text{ psig}$$

$$P = 45 + 4.5 + 15$$

$$= 64.5$$

$$A = \frac{42,950}{50(64.5)(.72)}$$

$$= 14.5 \text{ in}^2$$

Orificio: R (16 in<sup>2</sup>)

Por el mismo procedimiento obtenemos  
el área para la válvula PSV 322

PSV 322

Area  
26 in<sup>2</sup>

Fluido: Vapor

Válvula: PSV 123 Convencional

$$W_s = 3,030 \text{ lb/hr}$$

$$\text{Presión Ajuste} = 68$$

$$\text{Presión Operación} = 60$$

$$K_{sh} = 1 \text{ vap. sat.}$$

$$A = \frac{W_s}{50 P K_{sh}} \quad \text{en donde:}$$

$W_s$  = Cap. de vapor sat. en lb/hr

$P$  = Presión de Alivio

$K_{sh}$  = Factor de corrección para vapor

$$\begin{aligned} P &= P_{\text{ajuste}} + 0.1 (\text{Presión Operación}) + 14.7 \\ &= 68 + 0.1(60) + 14.7 \\ &= 88.7 \end{aligned}$$

$$A = \frac{3,030}{50(88.7)(1)} = 0.683 \text{ in}^2$$

Orificio: H ( $0.785 \text{ in}^2$ )

Por el mismo procedimiento obtenemos las áreas de las sig. válvulas:

	Área (in <sup>2</sup> )
PSV 201	0.307
PSV 304	0.503
PSV 331	1.838

Válvula de Seguridad contra Fuego

Válvula: PSV 314

Flujo normal: 23,240.09 (10,551 Kg/hr)

Cambiator: 940 x 7,315 mm

Vol. del cambiador: 0.94m = Diámetro,  $l = 7.31m$

$$\text{Area} = (0.94m)^2 (.785) \\ = 0.74m^2$$

$$\text{Vol.} = 7.31m (.74m^2) \\ = 5.4m^3$$

$$\text{Vol. de Etanol} = 10,551 \text{ Kg/hr} \left( \frac{1m^3}{786} \right) \\ = 13.42m^3/hr$$

Area mojada del cambiador = Toda :

Perímetro  $\times l$  + Area Tapas  $\times 2$

$$\pi \times D \times l + 2 \times (.785 \times D^2) \\ \pi \times .94 \times 7.31 + 2 \times (.785 \times .94^2)$$

$$\text{Area mojada} = 21.6 + 1.39 \\ = 22.99m^2$$

$$22.99m^2 \left( \frac{1ft^2}{.92903m^2} \right) = 247.45ft^2 \rightarrow \text{Area}$$

De manual:

$$Q = 21,000 (1) (247.45)^{\cdot 82}$$

$$Q = 1,927,008.62 \text{ BTU/hr}$$

$$\lambda = 370 \text{ BTU/lb}$$

$$W = \text{Masa Evaporada} = \frac{Q}{\lambda} = \frac{1,927,008.62}{370} \\ = 5,208.13 \text{ lb/hr}$$

Presión Ajuste = 10% mayor a P. operación

$$P_{\text{operación}} = 285 \text{ psig}$$

$$P_{\text{ajuste}} = 300 (1.1)$$

$$= 330 \text{ psia}$$

$$P_{\text{ajuste}} = 315 \text{ psig}$$

$$P = 315 + 31.5 + 14.7$$

Fluido: Vapor

$$A = \frac{W_s}{50 P k_{sh}} \quad \text{donde:}$$

$W_s$  = Cap. de vap. sat. lb/hr

$P$  = Presión de Alivio

$k_{sh}$  = Factor de corrección para vapor

$$A = \frac{5,208.13}{50 (301.2)(1)} = 0.29 \text{ in}^2$$

Desfogue líquido, con esa área:

$$P_d = P_{ajuste} - 0.4 P_{aj.}$$
$$= 0.6 P_{ajuste}$$

$$\sqrt{P_d'} = \sqrt{199.2} ; K_g = \frac{1}{\sqrt{G}} = \frac{1}{\sqrt{.786}}$$

$$V_L = (27.2)(0.29) \sqrt{199.2} (1) \left( \frac{1}{\sqrt{.786}} \right)$$
$$= 126 \text{ lb/hr}$$

# Válvulas de Seguridad y/o Alivio

Fluido: Líquido

Válvula: PSV 113 Balancada

Datos: GPM = 135

$G = 1.44$

Presión de ajuste = 80 psig

Contra presión = 38 psig

El cálculo del área requerida, se logra con la ec. siguiente:

$$A = \frac{V_L \sqrt{G}}{27.2 (P_a - P_b)^{1/2} K_w K_p}$$

en donde:

$V_L$  = Capacidad de líquidos en Gal/min

$G$  = Gravedad Específica

$P_a$  = Presión de ajuste en Psig

$P_b$  = Contra presión en Psig

$K_w$  =  $\frac{\text{capacidad con contra presión variable}}{\text{capacidad de diseño basado sobre } (P_a - P_b)}$

$K_p$  = Factor de corrección (Fig 31 pag. 1145) "Diseño del sist. de desfogue y cálculo de válvulas de seguridad" Ing. Juan Rodríguez M. IMF

Cálculos:

$$A = \frac{135 \sqrt{1.44}}{27.2 (80 - 38)^{1/2} (0.69)(1)} = 1.33 \text{ in}^2$$

$$\begin{aligned} \% \text{ de Contra presión} &= \frac{\text{Contra presión}}{\text{Presión de Ajuste}} \times 100 \\ &= 38/80 \times 100 \end{aligned}$$

= 47.5 de la tabla N. 35 Pág. 1149  
obtenemos el valor de  $K_w = 0.69$

Por lo tanto obtenemos un orificio:  $K(1.83 \text{ in}^2)$

Por el mismo procedimiento obtenemos las siguientes áreas para las válvulas número:

	Area (in <sup>2</sup> )
PSV 107	1.837
PSV 108	1.838
PSV 106	1.838
PSV 105	6.38
PSV 306	0.785
PSV 311	2.853
PSV 323	11.05
PSV 310	0.307
PSV 315	0.503
PSV 317	0.503
PSV 316	0.503

Válvula: PSV 316 Convencional

$$GPM = 127 \quad Pd = 0.9(110)$$

$$G = 0.965 \quad = 99$$

Presión ajuste = 110

$$A = \frac{VL \sqrt{G}}{2.72 \sqrt{Pd}}$$

$$A = \frac{127 \sqrt{0.965}}{2.72 \sqrt{110}} = 0.460 \text{ in}^2$$

Letra Orificio: G (0.503 in<sup>2</sup>)

CABEZAL DE RETORNO AL TANQUE "6D-102

numero	orificio	A in 2	EQUIPO QUE PROTEGE	TSALIDA CENT.	CONTRA P kgf/cm2 man
113	J	1.287	FA-105	40	2.25
107	K	1.838	EA-104 C	131	2.39
108	K	1.838	EA-104 T	110	2.39
106	K	1.838	EA-107 C	90	2.28
105	P	6.380	EA-107 T	40	2.28
306	H	0.785	EA-413 T	40	2.46
311	L	2.853	EA-418 T	40	2.53
323	Q	11.050	EA-406 T	35	2.81

numero	PRESION ALIVIO	T alivio cent.	MAXIMA	DESCARGA	CAUSA DESFOGUE
113	7.03	40	540	(LPM)	Falla de control
107	6.59	131	540	(LPM)	Bloqueo salida
108	7.03	110	540	(LPM)	Bloqueo salida
106	5.71	90	540	(LPM)	Bloqueo salida
105	5.71	40	1920	(LPM)	Bloqueo salida
306	6.15	40	240	(LPM)	Bloqueo salida
311	6.32	40	900	(LPM)	Bloqueo salida
323	6.59	35	3480	(LPM)	Bloqueo salida



CABEZAL	HACIA	TRATAMIENTO	DE	EFLUENTES	
NUMERO	ORIFICIO	A v in 2	EQUIPO QUE	T sal.	Contra P
			PROTEGE	Cent	kgf/cm2 man
330	G	0.503	EA-409 C	106	0.35
316	G	0.503	EA-404 C	106	0.77
317	G	0.503	EA-404 T	85	1.97
315	F	0.307	EA-403-T	57	2.11
310	F	0.307	EA-418 C	77	2.67
NUMERO	P ALIVIO	T ALIVIO	MAXIMA	DESCARGA	CAUSA DESFOGUE
	kg/cm2 man	CENT			
330	4.39	106	265.8 (LPM)		Bloqueo salida
316	9.66	106	482.4 (LPM)		Bloqueo salida
317	6.59	85	216.6 (LPM)		Bloqueo salida
315	6.59	57	216.6 (LPM)		Bloqueo salida
310	8.35	77	133.2 (LPM)		Bloqueo salida

Numero	m <sup>3</sup> / s	U R m/s	D R "	D R m	A R m <sup>2</sup>
330	0.00443	1.4	2.469	0.0627	0.0031
316	0.00804	2.6	2.469	0.0627	0.0031
317	0.00361	2.7	1.61	0.0409	0.0013
315	0.00361	2.7	1.61	0.0409	0.0013
310	0.00222	2.3	1.38	0.0351	0.0010

	E/D R	fFanning R	Reynolds R	Mu kg/ms	Densidad kg/m <sup>3</sup>
330	0.0007	0.0052	8.7E+04	0.001	965
316	0.0007	0.0047	1.6E+05	0.001	965
317	0.0011	0.006	6.8E+04	0.0016	969
315	0.0011	0.006	5.7E+04	0.0016	810
310	0.0013	0.006	7.9E+04	0.001	980

Numero	L R m	F R m	Perdida R kgf/cm <sup>2</sup>
330	10	0.35	0.03
316	10	1.04	0.10
317	10	2.26	0.22
315	11	2.49	0.20
310	12	2.22	0.22

Numero	E/D C	fFanning C	Reynolds C	U C m/s	L C m
330	0.0007	0.0052	8.7E+04	1.4	10
316	0.0007	0.0047	1.6E+05	2.6	15
317	0.0007	0.0058	4.4E+04	1.2	15
315	0.0007	0.006	3.7E+04	1.2	19
310	0.0007	0.0058	4.4E+04	0.7	28

DIAMETRO DEL CABEZAL 2.469" o 0.0627 m

Numero	F C m	Perdidas C Kgf/cm <sup>2</sup>
330	0.35	0.03
316	1.55	0.15
317	0.39	0.04
315	0.51	0.04
310	0.27	0.03

Numero	Contra P Kgf/cm <sup>2</sup>	Delta P tot Kgf/cm <sup>2</sup>	P C Kgf/cm <sup>2</sup>	P final Kgf/cm <sup>2</sup>	P ajuste kgf/cm <sup>2</sup>
330*	0.35	0.08	0.31	0.28	3.51
316	0.77	0.28	0.65	0.50	7.73
317	1.97	0.26	1.74	1.71	5.27
315	2.11	0.25	1.90	1.85	5.27
310	2.67	0.25	2.45	2.42	6.68

numero valvula	m 3 / s	u1 m / s	u2 m/s	exp 1 metros	F ramal metros
113	0.009	10.839	2.889	0.061	1.036
107	0.009	7.590	2.889	0.028	1.600
108	0.009	10.839	2.889	0.061	1.600
106	0.009	7.590	1.884	0.030	0.488
105	0.032	7.774	6.700	0.009	0.478
306	0.004	7.898	0.838	0.035	0.092
311	0.015	8.149	1.837	0.035	0.407
323	0.058	8.136	3.115	0.032	0.827

	A in 2	A 1 m 2 valvula	D 2 m	A 2 m 2 ramal	A 3 m 2 cabezal
113	1.287	0.001	0.063	0.003	0.019
107	1.838	0.001	0.063	0.003	0.019
108	1.287	0.001	0.063	0.003	0.019
106	1.838	0.001	0.078	0.005	0.019
105	6.380	0.004	0.078	0.005	0.019
306	0.785	0.001	0.078	0.005	0.019
311	2.853	0.002	0.102	0.008	0.019
323	11.050	0.007	0.154	0.019	0.019

DIAMETRO DEL CABEZAL 6 PULGADAS 0.154 m

numero valvula	Pajuste Kgf/cm2	Contra P Kgf/cm2	cabezal Kgf/cm2	Pfinal Kgf/cm2
113	5.62	2.25	2.09	0.79
107	5.27	2.39	2.15	0.86
108	5.62	2.39	2.15	0.85
106	4.57	2.28	2.21	0.91
105	4.57	2.28	2.23	1.34
306	4.92	2.46	2.45	1.55
311	5.06	2.53	2.49	1.57
323	5.27	2.81	2.73	1.41

	F tot C metros	Z g/gc metros	F tot R metros	Perdidas total m	Delta P Kgf/cm2
113	0.022	9.000	1.102	10.124	1.458
107	0.016	9.000	1.632	10.648	1.533
108	0.016	9.000	1.666	10.682	1.538
106	0.029	9.000	0.520	9.549	1.375
105	0.023	9.000	0.510	9.533	0.949
306	0.009	9.000	0.127	9.136	0.909
311	0.155	9.000	0.444	9.599	0.955
323	4.198	9.000	0.859	14.057	1.399

numero valvula	u3 m/s	exp 2 metros	densidad kg/m3	Viscosidad kg/ms	LONGITUD m Ramal/Cabecal
113	0.483	0.005	1440.000	0.0016	9/15
107	0.483	0.005	1440.000	0.0014	13/11
108	0.483	0.005	1440.000	0.0016	13/11
106	0.483	0.002	1440.000	0.0016	12/19
105	1.719	0.024	995.000	0.00067	12/19
306	0.215	0.000	995.000	0.00067	10/32
311	0.806	0.002	995.000	0.00067	14/40
323	3.115	0.000	995.000	0.0007	13/66

CABEZAL A TANQUE L/V Y HACIA QUEMADOR ELEVADO

NUMERO	ORIFICIO	A v in 2	EQUIPO QUE PROTEGE	T sal. Cent	Contra P kgf/cm2 abs
126	Q	11.05	EA-206 C	118	2.11
301	L	2.853	FA-411	118	2.11
305	L	2.853	EA-413 C	118	2.11
309	L	2.853	FA-414	118	2.11
321	R	16	EA-406 C	118	2.11
322	T	26	DA-405	109	3.14
314	F	0.307	EA-403 C	99	2.25

NUMERO	P ALIVIO T kg/cm2 abs	ALIVIO T CENT	MAX. DESC kg/hr	CAUSA	DE DESFOGUE
126	4.64	99	31603	Falla del	Reflujo reactor
301	4.64	99	15572	Bloqueo	de salida
305	4.64	99	15572	Falla de	agua enfriamiento
309	4.64	99	12453	Bloqueo	salida tanque L/V
321	4.64	97	19499	Falla	agua enf. condensador
322	5.77	100	45227	Falla	reflujo destilacion
314	24.50	180	2364/228 LPM	Incendio/	bloqueo salida

DIAMETRO DEL CABEZAL 10" NOMINAL 0.255 m

DIAMETRO DEL QUEMADOR 20" NOMINAL 0.489 m

ALTURA DEL QUEMADOR 50 metros.

# APENDICE

## I

### PROPIEDADES FISICOQUIMICAS

#### CONTENIDO

- Tabla I Composición de melazas de caña <sup>(3)</sup>
- Tabla II Elevación de punto de ebullición de soluciones de sacarosa <sup>(1)</sup>
- Tabla III Presión de vapor de las soluciones de sacarosa <sup>(1)</sup>
- Tabla IV Densidad de las soluciones de sacarosa <sup>(1)</sup>
- Tabla V Viscosidad de las soluciones de sacarosa <sup>(2)</sup>
- Tabla VI Calor de dilución de las soluciones de sacarosa <sup>(1)</sup>
- Tabla VII Calor específico de las soluciones de sacarosa <sup>(1)</sup>
- Tabla VIII Solubilidad de la sacarosa en el agua <sup>(1)</sup>
- Tabla IX Conductividad calórica de las soluciones de sacarosa <sup>(1)</sup>
- Tabla X Tensión superficial de las soluciones de sacarosa <sup>(1)</sup>
- Tabla XI Correlaciones de azúcares <sup>(2)</sup>

- Tabla XII Características de las levaduras <sup>(39)</sup>
- Tabla XIII Composición elemental de las levaduras y  
melazas comerciales <sup>(40)</sup>
- Tabla XIV Propiedades del etanol <sup>(64)</sup>
- Tabla XV Propiedades del agua <sup>(64)</sup>
- Tabla XVI Densidad de las soluciones de etanol <sup>(5)</sup>
- Tabla XVII Conductividades calóricas de gases y  
vapores a 1 atm. <sup>(5)</sup>
- Tabla XVIII Capacidades caloríficas de líquidos <sup>(5)</sup>
- Tabla XIX Capacidad calorífica de gases <sup>(5)</sup>
- Tabla XX Viscosidad de líquidos <sup>(5)</sup>
- Tabla XXI Viscosidad de gas <sup>(5)</sup>
- Tabla XXII Conductividad calórica de líquidos <sup>(5)</sup>
- Tabla XXIII Datos de equilibrio del sistema  
etanol-agua <sup>(5)</sup>

**Tabla I**      **Composición de melazas de caña**

Approximate Composition of Cane Molasses (percentage weight of molasses)

Main Constituents	Components	Normal Percentage Range
<b>Water</b>		17-25
<b>Sugars</b>	Sucrose	30-40
	Glucose (dextrose)	4-9
	Fructose (levulose)	5-12
	Other reducing substances (as invert)	1-4
	Total reducing substances (as invert) (See Table 3.6)	10-25
<b>Other carbohydrates</b>	Gums, starch, pentosans, also traces of hexitols; myoinositol, D-mannitol, and uronic acids (MeO, 2.0-3.0) (See Table 3.1)	2-5
<b>Ash</b>	Ash carbonates	7-15
	Percent of Ash	
	Bases: K <sub>2</sub> O	30-50
	CaO	7-15
	MgO	2-14
	Na <sub>2</sub> O	0.3-9
	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Fe)	0.4-2.7
	Acids: SO <sub>3</sub>	7-27
	Cl	12-20
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.5-2.5
	SiO <sub>2</sub> and insol. (See Tables 3.2 and 3.3)	1-7
<b>Nitrogenous compounds</b>	"Crude protein" (as N × 0.25)	2.5-4.5
	True protein	0.5-1.5
	Amino acids, principally aspartic and glutamic acids, including some pyrrolidine carboxylic acid (See Table 3.5)	0.3-0.5
	Unidentified nitrogenous components	1.5-3.0
<b>Non-nitrogenous acids</b>	Aconitic acid (1-5%), citric, malic, oxalic, glycolic Mesaconic, succinic, fumaric, tartaric (See Table 3.4)	1.5-6.0
		0.5-1.5
<b>Wax, sterols, and phosphatides</b>		0.1-1.0
<b>Vitamins</b>	Vitamin A, biotin, niacin, pantothenic acid, riboflavin, thiamine	Varying amounts



Tabla II Elevación de punto de ebullición de soluciones de sacarosa

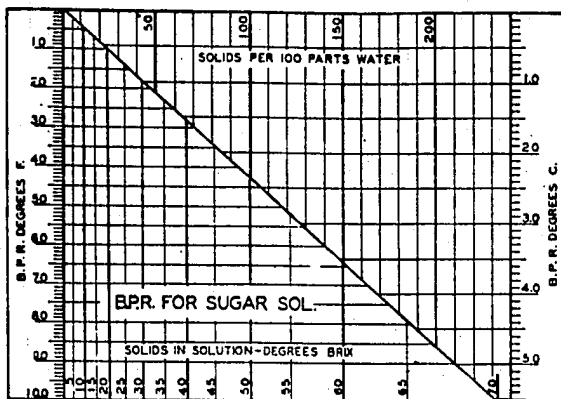


Tabla III Presión de vapor de las soluciones de sacarosa

TABLA PRESION DEL VAPOR EN LAS SOLUCIONES ACUOSAS DE SACAROSA

g de sacarosa 100 g de solución	Temperatura °C									
	30	40	60	65	70	75	80	85	90	95
0	4.58	55.32	149.38	187.56	233.71	289.13	355.22	433.56	525.84	634.02
10	4.55	54.7	148.8	186.7	232.4	288.4	354.0			
20	4.52	54.3	148.0	185.6	230.9	286.3	352.3			
30	4.50	53.8	147.1	184.1	229.1	284.1	349.3			
40	4.47	53.3	145.8	181.7	227.1	281.4	346.0			
45	4.46	53.0	141.907	178.180	220.636	274.738	337.496	412.154	499.816	602.668
50	4.44	52.7								
55	4.43	52.4								
60	4.41	52.0	134.601	169.051	210.740	260.790	320.445	391.421	474.765	572.674
65	4.40	51.6	130.570	164.020	204.506	253.123	311.074	380.037	461.048	556.143
70	4.39	51.1	125.104	157.199	196.057	242.733	298.386	364.631	442.466	533.866
75	4.37	50.5	117.447	147.649	184.232	228.199	280.644	343.098	416.510	502.753
80	4.36	49.6	106.349	133.801	167.091	207.131	255.932	311.899	378.916	457.701
85	4.35	48.5	89.674	113.016	141.360	175.505	216.332	265.063	322.473	390.062
90	4.33	47.3	64.366	81.419	102.203	127.332	157.483	193.591	236.273	286.683

Tabla IV Densidad de las soluciones de

sacarosa

TABLA 15. DENSIDAD DE SOLUCIONES ACUOSAS DE SACAROSA A TEMPERATURAS DE 0° A 60°C

g de sacarosa en 100 g de solución	densidad g/ml a								
	0° C	10° C	15° C	20° C	25° C	30° C	40° C	50° C	60° C
0	0.99987	0.99973	0.99913	0.99823	0.99707	0.99567	0.99232	0.98813	0.98330
1	1.00390	1.00365	1.00301	1.00212	1.00093	0.99952	0.99615	0.99192	0.98705
2	1.00798	1.00760	1.00693	1.00602	1.00481	1.00340	1.00001	0.99575	0.99083
3	1.01207	1.01157	1.01087	1.00993	1.00872	1.00731	1.00387	0.99958	0.99463
4	1.01619	1.01557	1.01484	1.01388	1.01266	1.01124	1.00777	1.00345	0.99846
5	1.02033	1.01960	1.01884	1.01785	1.01661	1.01518	1.01169	1.00735	1.00231
6	1.02449	1.02366	1.02287	1.02186	1.02060	1.01916	1.01563	1.01127	1.00619
7	1.02867	1.02774	1.02692	1.02588	1.02461	1.02316	1.01960	1.01521	1.01010
8	1.03287	1.03185	1.03100	1.02994	1.02864	1.02717	1.02359	1.01918	1.01402
9	1.03710	1.03599	1.03512	1.03403	1.03271	1.03122	1.02761	1.02319	1.01799
10	1.04135	1.04016	1.03925	1.03814	1.03679	1.03530	1.03165	1.02720	1.02198
11	1.04564	1.04437	1.04343	1.04229	1.04092	1.03940	1.03573	1.03126	1.02600
12	1.04994	1.04859	1.04762	1.04646	1.04507	1.04353	1.03982	1.03533	1.03004
13	1.05429	1.05286	1.05186	1.05066	1.04925	1.04770	1.04395	1.03943	1.03413
14	1.05865	1.05714	1.05612	1.05490	1.05346	1.05189	1.04809	1.04356	1.03823
15	1.06304	1.06146	1.06041	1.05917	1.05772	1.05612	1.05229	1.04772	1.04238
16	1.06746	1.06581	1.06473	1.06346	1.06198	1.06035	1.05650	1.05191	1.04656
17	1.07191	1.07020	1.06909	1.06779	1.06629	1.06464	1.06074	1.05614	1.05076
18	1.07640	1.07461	1.07347	1.07215	1.07062	1.06896	1.06502	1.06038	1.05501
19	1.08092	1.07906	1.07789	1.07654	1.07499	1.07329	1.06933	1.06467	1.05927
20	1.08546	1.08353	1.08233	1.08096	1.07940	1.07767	1.07366	1.06898	1.06358
21	1.09005	1.08805	1.08682	1.08541	1.08382	1.08208	1.07804	1.07333	1.06793
22	1.09466	1.09260	1.09134	1.08990	1.08830	1.08652	1.08244	1.07771	1.07230
23	1.09930	1.09717	1.09588	1.09442	1.09279	1.09100	1.08688	1.08212	1.07671
24	1.10398	1.10178	1.10046	1.09897	1.09731	1.09550	1.09135	1.08657	1.08116
25	1.10869	1.10642	1.10507	1.10356	1.10188	1.10005	1.09585	1.09106	1.08563
26	1.11343	1.11110	1.10972	1.10818	1.10647	1.10461	1.10039	1.09557	1.09014
27	1.11820	1.11581	1.11440	1.11283	1.11110	1.10921	1.10496	1.10012	1.09467
28	1.12300	1.12056	1.11911	1.11751	1.11575	1.11386	1.10957	1.10470	1.09925
29	1.12787	1.12534	1.12386	1.12223	1.12044	1.11853	1.11421	1.10932	1.10386
30	1.13274	1.13014	1.12863	1.12698	1.12517	1.12324	1.11888	1.11398	1.10850
31	1.13766	1.13499	1.13345	1.13177	1.12993	1.12798	1.12359	1.11866	1.11319
32	1.14262	1.13988	1.13831	1.13660	1.13474	1.13276	1.12834	1.12340	1.11792
33	1.14761	1.14480	1.14319	1.14145	1.13956	1.13758	1.13312	1.12816	1.12268
34	1.15262	1.14975	1.14811	1.14634	1.14443	1.14241	1.13794	1.13295	1.12746
35	1.15769	1.15473	1.15306	1.15127	1.14933	1.14730	1.14279	1.13779	1.13228
36	1.16278	1.15976	1.15806	1.15624	1.15427	1.15221	1.14768	1.14265	1.13715
37	1.16791	1.16481	1.16308	1.16124	1.15925	1.15717	1.15261	1.14756	1.14204

TABLA 15. (Continúa)

%	densidad g/ml a									
	de sacarosa en 100 g de solución		0° C	10° C	15° C	20° C	25° C	30° C	40° C	50° C
38	1.17307	1.16990	1.16814	1.16627	1.16425	1.16214	1.15756	1.15249	1.14696	
39	1.17826	1.17504	1.17325	1.17134	1.16931	1.16718	1.16257	1.15748	1.15193	
40	1.18349	1.18020	1.17837	1.17645	1.17439	1.17214	1.16759	1.16248	1.15693	
41	1.18875	1.18539	1.18355	1.18159	1.17952	1.17734	1.17267	1.16753	1.16197	
42	1.19406	1.19063	1.18875	1.18677	1.18468	1.18248	1.17777	1.17262	1.16704	
43	1.19939	1.19590	1.19400	1.19199	1.18988	1.18765	1.18292	1.17774	1.17215	
44	1.20477	1.20121	1.19927	1.19725	1.19512	1.19287	1.18809	1.18290	1.17728	
45	1.21018	1.20657	1.20460	1.20254	1.20039	1.19812	1.19332	1.18811	1.18247	
46	1.21562	1.21194	1.20994	1.20787	1.20570	1.20341	1.19856	1.19334	1.18768	
47	1.22109	1.21736	1.21534	1.21324	1.21105	1.20874	1.20386	1.19861	1.19294	
48	1.22661	1.22281	1.22076	1.21864	1.21644	1.21411	1.20919	1.20392	1.19822	
49	1.23216	1.22830	1.22623	1.22409	1.22185	1.21950	1.21456	1.20926	1.20355	
50	1.23775	1.23382	1.23173	1.22957	1.22732	1.22495	1.21996	1.21465	1.20891	
51	1.24337	1.23939	1.23727	1.23509	1.23280	1.23043	1.22541	1.22006	1.21430	
52	1.24903	1.24500	1.24285	1.24064	1.23835	1.23594	1.23089	1.22552	1.21974	
53	1.25471	1.25065	1.24847	1.24623	1.24391	1.24149	1.23642	1.23101	1.22522	
54	1.26045	1.25632	1.25412	1.25187	1.24953	1.24708	1.24197	1.23655	1.23073	
55	1.26621	1.26203	1.25981	1.25753	1.25516	1.25271	1.24756	1.24211	1.23629	
56	1.27202	1.26779	1.26554	1.26324	1.26086	1.25838	1.25320	1.24773	1.24189	
57	1.27785	1.27358	1.27131	1.26899	1.26657	1.26409	1.25888	1.25337	1.24753	
58	1.28373	1.27940	1.27711	1.27477	1.27234	1.26983	1.26459	1.25906	1.25320	
59	1.28964	1.28527	1.28296	1.28059	1.27814	1.27562	1.27035	1.26479	1.25892	
60	1.29560	1.29117	1.28884	1.28646	1.28399	1.28144	1.27615	1.27058	1.26468	
61	1.30158	1.29711	1.29476	1.29234	1.28986	1.28731	1.28199	1.27638	1.27049	
62	1.30761	1.30308	1.30071	1.29829	1.29579	1.29320	1.28786	1.28224	1.27632	
63	1.31367	1.30911	1.30672	1.30427	1.30175	1.29914	1.29378	1.28813	1.28222	
64	1.31978	1.31516	1.31275	1.31028	1.30774	1.30513	1.29973	1.29406	1.28813	
65	1.32591	1.32125	1.31882	1.31633	1.31376	1.31113	1.30571	1.30002	1.29408	
66	1.33210	1.32738	1.32493	1.32243	1.31984	1.31720	1.31174	1.30604	1.30007	
67	1.33831	1.33356	1.33109	1.32855	1.32595	1.32329	1.31782	1.31209	1.30613	
68	1.34456	1.33977	1.33727	1.33472	1.33210	1.32943	1.32392	1.31818	1.31220	
69	1.35086	1.34601	1.34350	1.34095	1.33828	1.33559	1.33007	1.32430	1.31832	
70	1.35719	1.35230	1.34976	1.34717	1.34452	1.34181	1.33625	1.33047	1.32447	

Tabla V Viscosidad de las soluciones de sacarosa

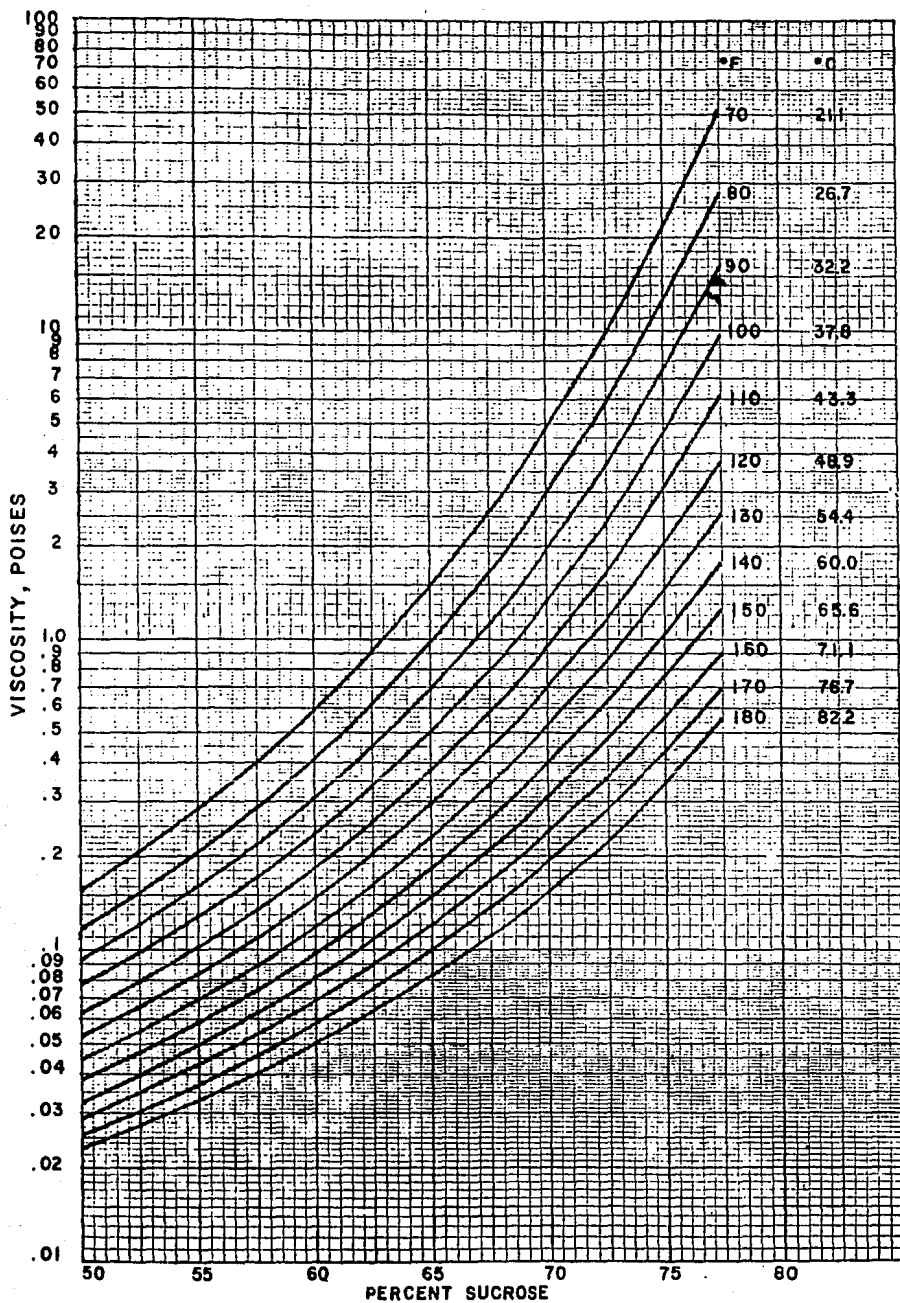


Tabla VI Calor de dilución de las soluciones de sacarosa

TABLA CALOR DE DILUCION DE SOLUCIONES ACUOSAS DE SACAROSA A 20°C

g de sacarosa en 100 g de solución	Calorías por g de agua de dilución
63.39	1.68
61.82	1.52
60.32	1.39
56.51	1.19
55.05	1.06
53.62	0.92
52.20	0.86
47.79	0.65
46.49	0.57
41.20	0.40
40.07	0.37

Tabla VII Calor específico de las soluciones de sacarosa

TABLA CALOR ESPECIFICO DE SOLUCIONES ACUOSAS DE SACAROSA A 20°C

g de sacarosa en 100 g de solución	$c_p$ calorías por g
0	1.00
10	0.9428
30	0.8299
50	0.7213
65	0.6406

**TABLA**  
**VALORES EXPERIMENTALES DE LOS CALORES ESPECIFICOS DE SOLUCIONES IMPURAS**  
**DE AZUCAR<sup>4</sup>, 47**

No.	Brix	$Q$	Calor específico a °C		
			20.6	51.1	81.1
a	b	c	d	e	f
1	15.0	94.3	0.9115	0.9241	0.9390
2	15.0	79.6	0.9081	0.9172	0.9304
3	15.0	62.8	0.9027	—	0.9278
4	15.0	59.6	0.9025	—	0.9274
5	15.0	51.8	0.9071	—	0.9311
6	40.0	94.3	0.7699	0.7992	0.8225
7	40.0	79.6	0.7635	0.7879	0.8112
8	40.0	62.8	0.7562	0.7808	0.8009
9	40.0	59.6	—	—	0.7984
10	40.0	51.8	0.7610	0.7901	0.8122
11	65.0	94.3	0.6258	0.6658	0.6967
12	65.0	79.6	0.6222	0.6557	0.6842
13	75.5	83.2	—	0.6054	0.6391
14	76.7	59.6	—	—	0.6118
15	76.8	51.8	—	—	0.6270
16	81.8	62.8	—	—	0.5894

Tabla VIII Solubilidad de la sacarosa en el agua

TABLA 6. SOLUBILIDAD DE LA SACAROSA EN EL AGUA

(Herzfeld; los valores abajo de 0° están determinados por Guthrie; sobre 100° por Benrath)

Temp °C	Gramos de sacarosa en 100 g de agua	Gramos de sacarosa en 100 g de solución	Gramos de sacarosa en 100 g sol. (Grut)
-8.5	105.8		
0	179.2	64.18	
2	181.3	64.45	
4	183.5	64.73	
6	185.8	65.01	
8	188.1	65.29	
10	190.5	65.58	
12	193.1	65.88	
14	195.7	66.18	
16	198.3	66.51	
18	201.0	66.78	
20	203.7	67.09	66.80
22	206.8	67.41	67.15
24	209.9	67.73	67.50
26	213.0	68.05	67.86
28	216.2	68.37	68.22
30	219.5	68.70	68.58
32	223.0	69.04	68.95
34	226.6	69.38	69.32
36	230.3	69.72	69.69
38	234.0	70.06	70.06
40	238.1	70.42	70.45
42	242.2	70.78	70.84
44	246.5	71.14	71.23
46	250.9	71.50	71.62
48	255.5	71.87	72.02
50	260.4	72.25	73.43
52	265.4	72.63	72.83
54	270.5	73.01	73.25
56	275.8	73.39	73.67
58	281.4	73.78	74.10
60	287.3	74.18	74.53
62	293.4	74.59	74.97
64	299.7	74.98	75.49
66	306.2	75.38	75.86
68	313.2	75.80	76.37
70	320.5	76.22	76.78
72	328.1	76.64	77.24
74	335.9	77.06	77.79
76	344.0	77.48	78.18
78	352.9	77.92	78.66
80	362.2	78.36	
82	371.7	78.80	
84	381.7	79.24	
86	392.4	79.69	
88	403.8	80.15	
90	415.7	80.61	
92	428.3	81.07	
94	441.4	81.53	
96	455.9	82.01	
98	471.1	82.49	
100	487.2	82.97	
107		84	
115		86	
122		88	
130		90	
136		92	
144		94	

Tabla IX Conductividad calórica de las soluciones de sacarosa

TABLA 11. CONDUCTIVIDAD CALORICA DE LAS SOLUCIONES DE SACAROSA ACUOSA

g de sacarosa en 100 g de solución	Temperatura °C								
	0	10	20	30	40	50	60	70	80
	kcal/m·h·°C								
0	0.486	0.501	0.515	0.528	0.540	0.551	0.561	0.570	0.578
10	0.468	0.474	0.487	0.500	0.511	0.522	0.531	0.540	0.547
20	0.434	0.447	0.460	0.471	0.482	0.492	0.501	0.509	0.516
30	0.407	0.420	0.431	0.442	0.452	0.461	0.470	0.477	0.484
40	0.381	0.393	0.404	0.413	0.423	0.432	0.440	0.446	0.452
50	0.355	0.336	0.376	0.386	0.394	0.402	0.410	0.416	0.422
60	0.329	0.339	0.348	0.357	0.360	0.373	0.379	0.386	0.391

Tabla X Tensión superficial de las soluciones de sacarosa

TABLA . . TENSION SUPERFICIAL DE LA SACAROSA A 21°C (LANDT)

g de sacarosa en 100 g de solución	Tensión superficial dinas/cm
0.0	72.68
6.8	73.13
10.0	73.35
13.1	73.57
20.5	74.47
22.2	74.90
29.8	76.03
31.0	76.24
40.7	77.13
47.5	78.03
51.2	78.68
62.7	79.57



**USEFUL FORMULAS\***

**Solubility:**

$$\text{Brix} = \frac{25.200}{100 - \text{°C}}$$

**Boiling Point Rise:**

$$\text{°C} = \frac{\text{°Brix}}{40} \left( \frac{30 + \text{°Brix}}{103.6 - \text{°Brix}} \right) \left( 1 - \frac{0.54 \text{ Vac.}^{\circ}}{90 - \text{°Brix}} \right)$$

**Self-Evaporation, lb./1 000 lb. of solution:**

$$\text{°C Temp. drop} \left[ 2.27 - \left( 1 - \frac{\text{Low temp.}}{1000} \right) \left( 1 + \frac{\text{°Brix}}{100} \right) \right]$$

**Specific Gravity:**

$$\left( 1 + \frac{\text{°Brix} (\text{°Brix} + 200)}{51 000} \right) \left( 1 - \frac{0.036 (\text{°C} - 20)}{160 - \text{°C}} \right)$$

**Specific Heat**

$$1 - \frac{\text{°Brix}}{100} (0.6 - 0.0018 \times \text{°C})$$

**Heat of Solution or Heat of Crystallization, Btu/lb. of solution =**

$$\frac{\text{°Brix}}{10} \left[ \frac{100 - \text{°Brix}}{900 - (8 \times \text{°Brix})} \right] + \frac{1.8 \times \text{°Brix}}{210} \left( \frac{258 \times \text{°C}}{1000} \right) \text{°C}$$

**Total Heat, Btu/lb. of solution =**

$$\frac{\text{°Brix}}{10} \times \frac{100 - \text{°Brix}}{900 - (8 \times \text{°Brix})} + 1.8 \text{°C} \left[ 1 - \frac{\text{°Brix}}{100} (0.6 - 0.0018 \text{°C}) \right]$$

**Freezing Point:**

$$\text{°C} = - \frac{5 \times \text{°Brix}}{85 - \text{°Brix}}$$

**Temperature Conversion:**

$$\text{°F} = \frac{\text{°C} \times 9}{5} + 32$$

$$\text{°C} = \frac{(\text{°F} - 32)}{2} \times 5$$

Tabla XII Características de las levaduras

	$d(\mu)$	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\rho_g$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\mu$ (g/cm <sup>2</sup> s)
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	5.5	1.09	1.0	$1.3 \times 10^{-3}$
<i>Serratia marcescens</i>	1.5	1.03	1.0	$0.82 \times 10^{-3}$
<i>Streptomyces griseus</i>	14.0	1.003	1.002	$0.97 \times 10^{-3}$
<i>Candida guilliermondii</i>	1 - 100	1.16 - 1.18		

d = diámetro promedio  
 $\rho$  = densidad del organismo  
 $\rho_g$  = densidad del medio  
 $\mu$  = viscosidad del medio

Tabla XIII Composición elemental de las levaduras y melazas comerciales

TABLE 1. ELEMENTARY COMPOSITION OF COMMERCIAL YEASTS AND MOLASSES

Element	Yeasts (g/100 g dry matter)	Molasses (g/100 g dry matter)
C	45-47	39-41
H	6.0-6.5	6.3-6.8
O	31-32	47-50
N	7.5-9.0	0.1-2.8
K	0.9-3.5	0.8-5.2
P	1.1-2.0	0.01-0.9
S	0.3-0.5	0.15-0.2
Mg	0.15-0.5	0.007-0.75
Ca	0.04-0.9	0.018-1.2
Na	0.02-0.2	0.02-1.4
Zn	0.004-0.13	0.0006-0.013
Fe	0.003-0.1	0.01-0.021
Cu	0.002-0.012	0.0001-0.006
Mn	0.0004-0.0035	0.001-0.004
Co	0.0005	0.00004-0.0001
Mo	0.000005-0.000009	0.000009-0.000026
Cl	0.004-0.1	1.3
I	0.00005-0.0004	—
Pb	0.0001-0.0007	0.0006
As	0.00001	—
Si	—	0.028
Sr	—	0.005
B	—	0.0002-0.0004

Tabla XIV Propiedades del etanol

ETHANOL	
FORMULA	C2H6O
MW	0.46069000D+02
TFP	0.15910000D+03
TB	0.35150000D+03
TC	0.51620000D+03
PC	0.63834750D+07
VC	0.16700000D+00
ZC	0.24800000D+00
OMEGA	0.63500000D+00
VL	0.78900000D+03
TREF	0.29300000D+03
MUP	0.53758719D-24
CPIG1	0.90141804D+04
CPIG2	0.21407108D+03
CPIG3	-0.83903472D-01
CPIG4	0.13732704D-05
VISC1	0.68664000D+03
VISC2	0.12999361D+03
DHFORM	-0.23496322D+09
DGFORM	-0.16839310D+09
ANT1	-0.75760900D+02
ANT2	-0.31006470D+04
ANT3	-0.40500640D+02
ANT4	-0.88140770D-01
ANT5	0.20812080D+02
ANT6	0.50453330D-04
ANT7	0.20000000D+01
TMIN	0.20648000D+03
TMAX	0.51620000D+03
DHVB	0.38769768D+08
$\delta$	12.915
$\delta_1$	26.427

Tabla XV Propiedades del agua

WATER	
FORMULA	H2O
MW	0.18015000D+02
TFP	0.27320000D+03
TB	0.37320000D+03
TC	0.64730000D+03
PC	0.22048320D+08
VC	0.56000000D-01
ZC	0.22900000D+00
OMEGA	0.34400000D+00
VL	0.99800000D+03
TREF	0.29300000D+03
MUP	0.56920997D-24
CPIG1	0.32242547D+05
CPIG2	0.19238346D+01
CPIG3	0.10554923D-01
CPIG4	-0.35964612D-05
VISC1	0.65825000D+03
VISC2	0.12362298D+03
DHFORM	-0.24199704D+09
DGFORM	-0.22876675D+09
ANTI	-0.31397400D+02
ANT2	-0.20463660D+04
ANT3	-0.75402240D+02
ANT4	-0.12054280D-01
ANT5	0.91657510D+01
ANT6	0.48791950D-17
ANT7	0.60000000D+01
TMIN	0.27320000D+03
TMAX	0.64730000D+03
DHVB	0.40683136D+08
$\delta$	23.53
$\delta_1$	48.15

Tabla XVI Densidad de las soluciones de etanol

DENSITIES OF AQUEOUS ORGANIC SOLUTIONS

		Table Ethyl Alcohol (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH)															
		10°C.	15°C.	20°C.	25°C.	30°C.	35°C.	40°C.	°	10°C.	15°C.	20°C.	25°C.	30°C.	35°C.	40°C.	
0	0.99733	0.99913	0.99833	0.99708	0.99568	0.99406	0.99225	50	0.92126	0.91776	0.91384	0.90935	0.90500	0.90168	0.89750		
1	785	725	636	520	379	217	834	51	91943	555	160	760	353	8940	519		
2	603	543	453	336	194	031	98946	52	723	333	90361	334	125	710	268		
3	426	365	275	157	014	96849	663	53	502	110	711	307	89996	479	656		
4	258	195	103	98784	96839	672	485	54	279	90885	455	079	667	248	88832		
5	998	032	98938	817	670	501	311	55	055	659	258	89568	437	016	589		
6	99461	98572	780	656	507	335	142	56	90331	433	031	621	206	88764	356		
7	801	729	627	500	347	172	97975	57	607	207	89803	322	88975	522	122		
8	660	584	478	346	189	009	808	58	381	89980	574	162	744	319	87888		
9	524	442	331	193	031	97846	641	59	154	732	344	88931	512	685	635		
10	393	304	187	043	97875	685	475	60	89927	523	113	699	278	87851	417		
11	267	171	047	97875	723	527	312	61	678	293	88862	446	644	615	180		
12	145	041	97710	753	573	371	150	62	468	062	850	231	87809	379	86943		
13	026	97914	775	611	424	216	96989	63	237	88830	417	87998	574	142	705		
14	97911	790	643	472	276	063	829	64	006	597	183	763	337	86993	466		
15	800	669	514	334	133	96911	670	65	88774	364	87948	527	100	667	227		
16	692	552	387	199	96990	760	512	66	541	130	713	291	86863	479	85987		
17	563	433	259	062	844	607	352	67	308	87695	477	054	625	190	747		
18	473	313	129	96923	697	452	167	68	074	660	241	86817	281	85930	407		
19	363	191	96997	782	547	294	023	69	87839	434	004	379	148	710	266		
20	252	068	864	639	395	134	95856	70	602	187	86766	340	85908	470	025		
21	139	96944	789	493	242	95933	687	71	365	86949	327	100	667	228	84783		
22	024	818	598	348	087	809	518	72	127	710	287	85859	426	84786	549		
23	96907	689	453	199	95929	643	343	73	86888	470	047	618	184	743	277		
24	787	558	312	048	769	476	168	74	648	229	85806	376	84941	500	053		
25	665	424	168	95895	607	306	94991	75	408	85888	564	134	678	257	83899		
26	539	282	020	738	442	133	8107	76	168	747	322	84691	455	013	564		
27	406	144	93677	576	272	94955	625	77	85927	505	079	647	211	83768	319		
28	288	93996	710	410	076	774	438	78	685	262	84835	403	83866	523	074		
29	125	644	548	241	94922	590	248	79	442	018	590	158	720	277	87827		
30	95977	666	382	067	741	403	055	80	197	84772	344	83911	473	029	578		
31	823	524	212	94890	557	214	93866	81	84950	525	696	664	224	82780	329		
32	685	357	038	799	370	024	662	82	702	277	83848	415	82974	530	079		
33	502	186	94640	525	180	93825	461	83	453	028	599	164	724	279	81828		
34	334	011	679	337	93956	626	257	84	203	83777	348	82913	473	027	576		
35	162	94832	494	146	790	425	051	85	83951	525	095	660	220	81774	322		
36	94988	650	306	93952	591	221	92843	86	697	271	82840	405	81965	519	067		
37	803	464	114	756	390	016	634	87	441	014	583	148	708	262	80811		
38	620	273	93919	556	186	92808	422	88	181	82554	323	81888	448	003	552		
39	481	079	720	353	92979	597	208	89	82919	492	062	626	186	80748	291		
40	238	93262	518	148	770	385	91992	90	654	227	81797	362	80922	478	028		
41	042	682	314	92940	558	170	774	91	366	61557	527	294	655	211	79761		
42	93842	478	107	229	344	91952	554	92	114	688	257	80823	364	79941	491		
43	619	221	92877	516	128	733	352	93	81819	413	80793	549	111	669	220		
44	433	062	685	301	91910	513	108	94	561	134	705	272	79835	393	78947		
45	226	92852	472	085	692	291	90894	95	278	80852	424	79991	555	114	670		
46	017	640	257	91861	472	069	660	96	80791	566	138	706	271	78831	385		
47	92861	426	041	649	250	90545	434	97	698	274	79846	415	78981	542	100		
48	593	211	91823	429	058	621	207	98	399	79975	547	117	684	247	77806		
49	379	91995	604	208	90805	396	89	99	094	670	243	78814	382	77946	507		
								100	79784	360	78934	506	075	641	203		

DENSITIES OF AQUEOUS ORGANIC SOLUTIONS

Table: Densities of Mixtures of C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH and H<sub>2</sub>O at 20°C. G./ml.

% alcohol by weight	Tenths of %									% alcohol by weight	Tenths of %										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8		9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0.97823	804	785	766	748	729	710	692	673	655	50	0.91364	361	339	317	295	272	250	228	206	183
1	636	618	599	581	562	544	525	507	489	471	51	160	138	116	093	071	049	026	004	981	959
2	453	435	417	399	381	363	345	327	310	292	52	909	864	819	769	716	661	601	537	471	404
3	275	257	240	222	205	188	171	154	137	120	53	711	689	666	644	621	598	576	553	531	508
4	103	087	070	053	037	020	003	*987	*971	*954	54	485	463	440	417	395	372	349	327	304	281
5	.96738	923	906	890	874	859	843	827	811	796	55	258	236	213	190	167	145	122	099	076	054
6	780	765	749	734	718	703	688	673	658	642	56	031	008	*985	*962	*939	*917	*894	*871	*848	*825
7	627	612	597	582	567	553	538	523	508	493	57	8960	780	757	734	711	688	665	643	620	597
8	478	463	449	434	419	404	389	374	360	345	58	574	541	528	505	482	459	436	413	390	367
9	331	316	301	287	273	258	244	229	215	201	59	344	321	298	275	252	229	206	183	160	137
10	172	158	144	130	117	103	089	075	061	047	60	113	090	067	044	021	*998	*975	*951	*928	*905
11	047	033	019	006	*992	*978	*964	*951	*937	*923	61	88882	859	836	812	789	766	743	720	696	673
12	.97910	996	983	969	955	942	928	915	901	888	62	650	629	603	580	557	533	510	487	463	440
13	775	761	746	732	717	702	686	673	658	643	63	417	393	370	347	323	300	277	253	230	206
14	643	630	617	604	591	578	565	552	539	526	64	183	160	136	113	089	066	042	019	995	972
15	514	501	488	475	462	450	438	425	412	400	65	87948	925	901	878	854	831	807	784	760	737
16	387	374	361	349	336	323	310	297	284	272	66	713	689	666	642	619	595	572	548	524	501
17	259	246	233	220	207	194	181	168	155	142	67	477	454	430	406	383	359	336	312	288	265
18	129	116	103	089	076	063	050	037	024	010	68	241	218	197	170	147	123	099	075	052	028
19	.96997	984	971	957	944	931	917	904	891	877	69	004	*981	*957	*933	*909	*885	*862	*838	*814	*790
20	864	850	837	823	810	796	783	769	756	742	70	86766	742	718	694	671	647	623	599	575	551
21	729	716	702	688	675	661	647	634	620	606	71	527	503	479	455	431	407	383	359	335	311
22	592	578	564	551	537	523	509	495	481	467	72	287	263	239	215	191	167	143	119	095	071
23	453	439	425	411	396	382	368	354	340	326	73	047	022	*998	*974	*950	*926	*902	*878	*854	*830
24	312	297	283	269	254	240	225	211	196	182	74	85806	781	757	733	709	685	661	636	612	588
25	168	153	139	124	109	094	080	065	050	035	75	564	540	515	491	467	443	419	394	370	346
26	020	005	*990	*975	*959	*944	*929	*914	*898	*883	76	322	297	273	249	225	200	176	152	128	103
27	.95867	851	836	820	805	789	773	757	742	726	77	079	055	031	006	*982	*958	*933	*909	*884	*860
28	710	694	678	662	646	630	613	597	581	565	78	84835	811	787	762	738	713	689	664	640	615
29	548	532	516	499	483	466	450	433	416	400	79	590	566	541	517	492	467	443	418	393	369
30	382	365	349	332	315	298	281	264	247	230	80	344	319	294	270	245	220	196	171	146	121
31	212	195	178	161	143	126	108	091	074	056	81	096	072	047	022	*997	*972	*947	*923	*898	*873
32	038	020	003	*985	*967	*950	*932	*914	*896	*878	82	83448	823	798	773	748	723	698	674	649	624
33	.96650	642	624	606	588	570	552	534	515	497	83	599	574	549	523	498	473	448	423	398	373
34	679	660	642	624	605	587	568	550	531	512	84	348	323	297	272	247	222	196	171	146	120
35	494	475	456	438	419	400	382	363	344	325	85	095	070	044	019	*994	*968	*943	*917	*892	*866
36	306	287	268	249	230	211	192	172	153	134	86	82840	815	789	763	738	712	686	660	635	609
37	114	095	075	056	036	017	*997	*978	*958	*939	87	583	557	530	503	476	450	424	401	375	349
38	.97919	899	879	859	840	820	800	780	760	740	88	323	297	271	245	219	193	167	140	114	088
39	720	700	680	660	640	620	599	579	559	539	89	062	035	009	*983	*956	*930	*903	*877	*850	*824
40	518	498	478	458	437	417	396	376	356	335	90	81797	770	744	717	690	664	637	610	583	556
41	314	294	273	253	232	212	191	170	149	129	91	529	502	475	448	421	394	366	339	312	285
42	107	086	065	044	023	002	*981	*960	*939	*918	92	257	230	203	175	148	120	093	066	038	010
43	.82877	876	855	834	812	791	770	749	728	707	93	80983	955	928	900	872	844	817	789	761	733
44	685	664	642	621	600	579	557	536	515	493	94	405	377	349	321	293	265	237	209	181	152
45	472	450	429	408	386	365	343	322	300	279	95	424	395	367	338	310	281	253	224	195	166
46	257	236	214	193	171	150	128	106	085	063	96	711	680	649	617	585	552	520	488	456	424
47	041	019	*997	*976	*954	*932	*910	*889	*867	*845	97	79484	819	787	757	727	697	666	635	604	573
48	.91823	801	780	758	736	714	692	670	648	626	98	547	517	487	456	426	396	365	335	304	274
49	604	582	560	538	516	494	472	450	428	406	99	243	213	182	151	120	089	059	028	997	966
											100	78934									

\* Indicates change in the first two decimal places.

Tabla XVII Conductividades calóricas de gases y vapores a 1 atm.

Conductividades Térmicas de Gases y Vapores  
a 101.325 kPa (1 atm abs;  $k = W/m \cdot K$ )

Gas o vapor	K	k	Gas o vapor	K	k
Acetona <sup>(1)</sup>	273	0.0099	Etano <sup>(5, 6)</sup>	239	0.0149
	319	0.0130		273	0.0183
	373	0.0171		373	0.0303
	457	0.0254		273	0.0133
Alcohol etílico <sup>(1)</sup>	293	0.0154	Eter etílico <sup>(1)</sup>	319	0.0171
	373	0.0215		373	0.0227
	273	0.0218		273	0.0175
Amoníaco <sup>(2)</sup>	373	0.0332	Etileno <sup>(4)</sup>	323	0.0227
	473	0.0484		373	0.0279
	273	0.0135		273	0.0125
Butano <sup>(3)</sup>	373	0.0234	n-Hexano <sup>(3)</sup>	293	0.0138
	273	0.00744		173	0.0152
Cloro <sup>(4)</sup>	273	0.0087	Monóxido de carbono <sup>(2)</sup>	273	0.0232
	373	0.0119		373	0.0305
Dióxido de azufre <sup>(1)</sup>					

Tabla XVIII Capacidades caloríficas de líquidos

Capacidades Caloríficas de Líquidos ( $c_p$  = kJ/kg · K)

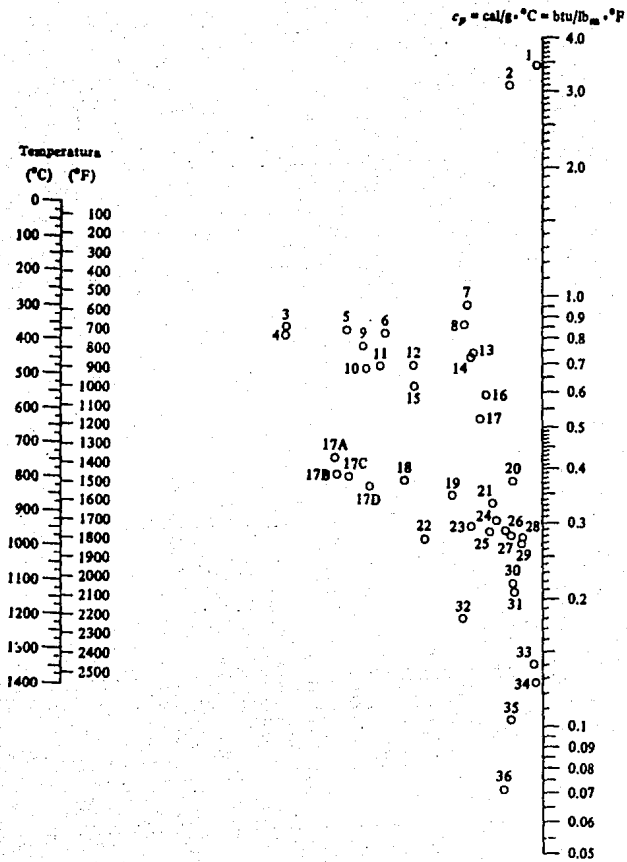
Líquido	K	$c_p$	Líquido	K	$c_p$
Acido acético	273	1.950	Benceno	293	1.700
	311	2.240		333	1.859
Acetona	273	2.119	Butano	273	2.300
	293	2.210		Cloruro de sodio (9.1 mol %)	293
Acido clorhídrico (20 mol%)	273	2.43	Glicerol	330	3.43
	293	2.474		288	2.324
	273	1.825		305	2.412
Acido fórmico	289	2.131	Mercurio	293	0.0139
	293	1.403		Nitrobenceno	283
Acido sulfúrico (100%)	303	2.525	303		1.419
Alcohol <i>t</i> -butílico	273	2.240	Tolueno	363	1.436
	298	2.433		273	1.616
Alcohol metílico	293	2.512	<i>o</i> -Xileno	323	1.763
	313	2.583		303	1.721
	273	2.001			
Anilina	323	2.181			



Tabla XIX Capacidad calorífica de gases

**Capacidades Caloríficas de Gases a Presión Constante (Para Usarse con la Fig. )**

Núm.	Gas	Intervalo	(°C)
10	Acetileno	0-	200
15	Acetileno	200-	400
16	Acetileno	400-	1 500
17	Agua	0-	1 400
27	Aire	0-	1 400
12	Amoníaco	0-	600
14	Amoníaco	600-	1 400
33	Azufre	300-	1 400
35	Bromuro de hidrógeno	0-	1 400
32	Cloro	0-	200
34	Cloro	200-	1 400
30	Cloruro de hidrógeno	0-	1 400
22	Dióxido de azufre	0-	1 400
31	Dióxido de azufre	400-	1 400
18	Dióxido de carbono	0-	400
24	Dióxido de carbono	400-	1 400
3	Etano	0-	200
9	Etano	200-	600
8	Etano	600-	1 400
4	Etileno	0-	200
11	Etileno	200-	600
13	Etileno	600-	1 400
20	Fluoruro de hidrógeno	0-	1 400
17B	Freón 11 (CCl <sub>2</sub> F)	0-	150
17C	Freón 21 (CHCl <sub>2</sub> F)	0-	150
17A	Freón 22 (CHClF <sub>2</sub> )	0-	150
17D	Freón 113 (CCl <sub>2</sub> F-CClF <sub>2</sub> )	0-	150
1	Hidrógeno	0-	600
2	Hidrógeno	600-	1 400
5	Metano	0-	300
6	Metano	300-	700
7	Metano	700-	1 400
26	Monóxido de carbono	0-	1 400
26	Nitrógeno	0-	1 400
25	Oxido nítrico	0-	700
28	Oxido nítrico	700-	1 400



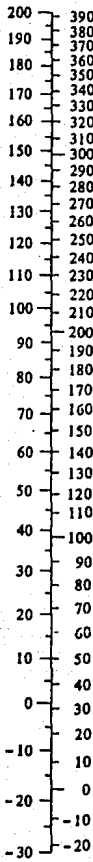
**FIGURA** Capacidades caloríficas de gases a una presión constante de 101.325 kPa (1 atm abs). (Tomado de R. H. Perry y C. H. Chilton, *Chemical Engineers' Handbook*, 5a. Ed. New York, McGraw-Hill, Inc., 1973. )

Tabla XX Viscosidad de líquidos

Viscosidades de Líquidos  
(Coordenadas que Deben Usarse con la Fig.

Líquido	X	Y	Líquido	X	Y
Aceite de linaza crudo	7.5	27.2	Amoniaco, 100%	12.6	2.6
Acetaldehído	15.2	4.8	Amoniaco, 26%	10.1	13.9
Acetato de amilo	11.8	12.5	Anhidrido acético	12.7	12.8
Acetato de butilo	12.3	11.0	Anilina	8.1	18.7
Acetato de etilo	13.7	9.1	Anisol	12.3	13.5
Acetato de metilo	14.2	8.2	Benceno	12.5	10.9
Acetato de propilo	13.1	10.0	Bromo	14.2	13.2
Acetato de vinilo	14.0	8.8	Bromotolueno	20.0	15.9
Acetona, 100%	14.5	7.2	Bromuro de alilo	14.4	9.6
Acetona, 35%	7.9	15.0	Bromuro de etilo	14.5	8.1
Acetonitrilo	14.4	7.4	Bromuro de etileno	11.9	15.7
Acido acético, 100%	12.1	14.2	Bromuro de isopropilo	14.1	9.2
Acido acético, 70%	9.5	17.0	Bromuro de propilo	14.5	9.6
Acido acrílico	12.3	13.9	i-Butirato de metilo	12.3	9.7
Acido butírico	12.1	15.3	n-Butirato de metilo	13.2	10.3
Acido clorhídrico, 31.5%	13.0	16.6	Ciclohexano	9.8	12.9
Acido clorosulfónico	11.2	18.1	Ciclohexanol	2.9	24.3
Acido nítrico, 95%	12.8	13.3	Clorobenceno	12.3	12.4
Acido nítrico, 60%	10.8	17.0	Cloroformo	14.4	10.2
Acido propiónico	12.8	13.8	Clorotolueno, orto	13.0	13.3
Acido sulfúrico, 110%	7.2	27.4	Clorotolueno, meta	13.3	12.5
Acido sulfúrico, 100%	8.0	25.1	Clorotolueno, para	13.3	12.5
Acido sulfúrico, 98%	7.0	24.8	Cloruro de etilo	14.8	6.0
Acido sulfúrico, 60%	10.2	21.3	Cloruro de etileno	12.7	12.2
Acrilato de butilo	11.5	12.6	Cloruro de etilideno	14.1	6.7
Acrilato de etilo	12.7	10.4	Cloruro de isopropilo	13.9	7.1
Acrilato de 2-etilbutilo	11.2	14.0	Cloruro de metilo	15.0	3.8
Acrilato de 2-etilhexilo	9.0	15.0	Cloruro de propilo	14.4	7.5
Acrilato de metilo	13.0	9.5	Cloruro de sulfúrico	15.2	12.1
Agua	10.2	13.0	Cloruro estánico	13.5	12.5
Alcohol alílico	10.2	14.3	Cresol, meta	2.5	20.6
Alcohol amílico	7.5	18.4	Dibromometano	14.6	8.9
Alcohol butílico	8.6	17.2	Dicloroetano	13.2	12.2
Alcohol etílico, 100%	10.5	13.8	Diclorometano	14.6	8.9
Alcohol etílico, 95%	9.8	14.3	Dietil-cetona	13.5	9.2
Alcohol etílico, 40%	6.5	16.6	Dietilenglicol	5.0	24.7
Alcohol isobutílico	7.1	18.0	Difenilo	12.0	18.3
Alcohol isopropílico	8.2	16.0	Dióxido de azufre	15.2	7.1
Alcohol octílico	6.6	21.1	Dióxido de carbono	11.6	.03
Alcohol propílico	9.1	16.5	Dióxido de nitrógeno	12.9	8.6

Temperatura  
(°C) (°F)



Viscosidad,  
[Pa · s]10<sup>3</sup>  
(kg · m · s<sup>-1</sup> · 10<sup>3</sup>)<sup>o cp</sup>

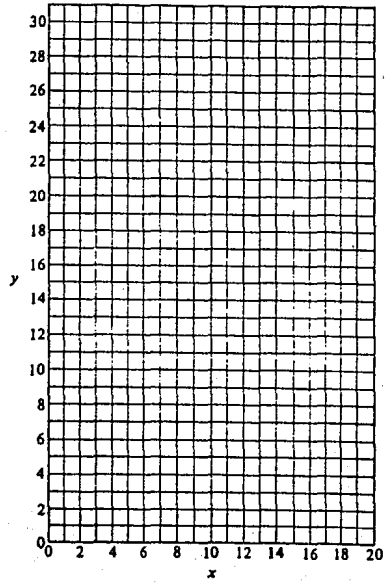
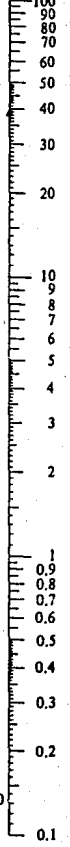


Tabla XXI Viscosidad de gas

Viscosidades de Gases  
(Coordenadas que Deben Usarse con la Fig. )

Núm.	Gas	X	Y	Núm.	Gas	X	Y
1	Acetato de etilo	8.5	13.2	29	Eter etílico	8.9	13.0
2	Acetona	8.9	13.0	30	Etileno	9.5	15.1
3	Acetileno	9.8	14.9	31	Flúor	7.3	23.8
4	Acido acético	7.7	14.3	32	Freón 11	10.6	15.1
5	Agua	8.0	16.0	33	Freón 12	11.1	16.0
6	Alre	11.0	20.0	34	Freón 21	10.8	15.3
7	Alcohol etílico	9.2	14.2	35	Freón 22	10.1	17.0
8	Alcohol metílico	8.5	15.6	36	Freón 113	11.3	14.0
9	Alcohol propílico	8.4	13.4	37	Helio	10.9	20.5
10	Amoníaco	8.4	16.0	38	Hexano	8.6	11.8
11	Argón	10.5	22.4	39	Hidrógeno	11.2	12.4
12	Benceno	6.5	13.2	40	3H <sub>2</sub> + 1N <sub>2</sub>	11.2	17.2
13	Bromo	8.9	19.2	41	Mercurio	5.3	22.9
14	Bromuro de hidrógeno	8.8	20.9	42	Metano	9.9	15.5
15	Buteno	9.2	13.7	43	Monóxido de carbono	11.0	20.0
16	Butileno	8.9	13.0	44	Nitrógeno	10.6	20.0
17	Cianógeno	9.2	15.2	45	Oxido nítrico	10.9	20.5
18	Cianuro de hidrógeno	9.8	14.9	46	Oxido nitroso	8.8	19.0
29	Ciclohexano	9.2	12.0	47	Oxígeno	11.0	21.3
20	Cloro	9.0	18.4	48	Pentano	7.0	12.8
21	Cloroformo	8.9	15.7	49	Propano	9.7	12.0
22	Cloruro de etilo	8.9	13.0	50	Propileno	9.0	13.8
23	Cloruro de hidrógeno	8.8	18.7	51	Sulfuro de hidrógeno	8.6	18.0
24	Cloruro de nitrosilo	8.0	17.6	52	Tolueno	8.6	12.4
25	Dióxido de azufre	9.6	17.0	53	2,3,3-Trimetilbutano	9.5	10.5
26	Dióxido de carbono	9.5	18.7	54	Yodo	9.0	18.4
27	Disulfuro de carbono	8.0	16.0	55	Yoduro de hidrógeno	9.0	21.3
28	Etano	9.1	14.5	56	Xenón	9.3	23.0

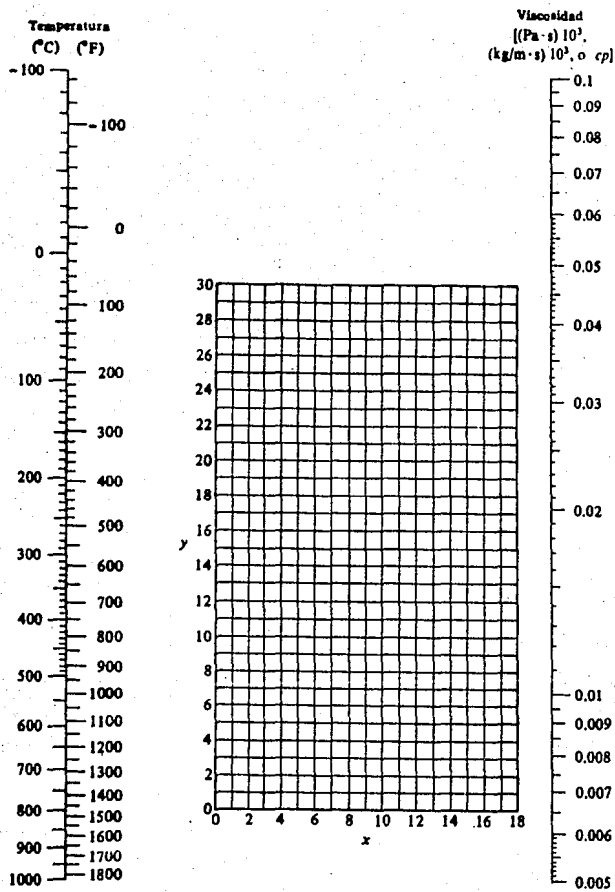


FIGURA . Viscosidades de gases a 101.325 kPa (1 atm abs). (Tomado de R. H. Perry y C. H. Chilton, *Chemical Engineers' Handbook*, 5a. Ed. New York: McGraw-Hill, Inc., 1973. )

**A.3-12. Conductividades Térmicas de Líquidos ( $k = W/m \cdot X$ )\***

Líquido	K	k	Líquido	K	k
Acetato de etilo	293	0.175	Amoniaco	243-258	0.502
Acido acético			Benceno	303	0.159
100%	293	0.171		333	0.151
50%	293	0.346	n-Decano	303	0.147
Acido sulfúrico			Etilenglicol	273	0.265
90%	303	0.163	Glicerol, 100%	293	0.284
60%	303	0.433	n-Hexano	303	0.138
Alcohol n-amílico	303	0.163		333	0.135
	373	0.154	n-Octano	303	0.144
Alcohol etílico				333	0.140
100%	293	0.182	Querosina	293	0.149
60%	293	0.305		348	0.140
20%	293	0.486	Salmuera de NaCl		
100%	323	0.151	25%	303	0.571
Alcohol metílico			12.5%	303	0.589
100%	293	0.215			
60%	293	0.329	Tetracloruro de carbono	273	0.185
20%	293	0.492		341	0.163
100%	323	0.197	Vaselina	332	0.183

\* Se puede suponer una variación lineal con la temperatura dentro del intervalo de temperaturas señalado.

Tabla XXIII Datos de equilibrio del sistema  
etanol-agua

23. Datos de Equilibrio del Sistema Etanol-Agua  
a 101.325 kPa (1 atm)\*

Temperatura		Equilibrio vapor-líquido, fracción de masa del etanol		Temperatura		Equilibrio vapor-líquido, fracción de masa del etanol	
°C	°F	$x_A$	$y_A$	°C	°F	$x_A$	$y_A$
100.0	212	0	0	81.0	177.8	0.600	0.794
98.1	208.5	0.020	0.192	80.1	176.2	0.700	0.822
95.2	203.4	0.050	0.377	79.1	174.3	0.800	0.858
91.8	197.2	0.100	0.527	78.3	173.0	0.900	0.912
87.3	189.2	0.200	0.656	78.2	172.8	0.940	0.942
84.7	184.5	0.300	0.713	78.1	172.7	0.960	0.959
83.2	181.7	0.400	0.746	78.2	172.8	0.980	0.978
82.0	179.6	0.500	0.771	78.3	173.0	1.00	1.00

Temperatura		Fracción de masa	Entalpía (btu/lb <sub>m</sub> de mezcla)		Entalpía (kJ/kg de mezcla)	
°C	°F		Líquido	Vapor	Líquido	Vapor
100.0	212	0	180.1	1150	418.9	2675
91.8	197.2	0.1	159.8	1082	371.7	2517
84.7	184.5	0.3	135.0	943	314.0	2193
82.0	179.6	0.5	122.9	804	285.9	1870
80.1	176.2	0.7	111.1	664	258.4	1544
78.3	173.0	0.9	96.6	526	224.7	1223
78.3	173.0	1.0	89.0	457.5	207.0	1064

\* El estado de referencia para la entalpía es el líquido puro a 273 K o 0°C.



CONTENIDO

- I Justificación del proyecto <sup>(52)</sup>
- II Estudio preliminar del mercado <sup>(13)</sup>
- III Localización de la planta <sup>(22), (65)</sup>
- IV Tecnología <sup>(64)</sup>
- V Evaluación de procesos <sup>(67), (68)</sup>
- VI Selección de procesos <sup>(13), (69)</sup>
- VII Ingeniería básica <sup>(52)</sup>
- VIII Bases de diseño <sup>(65)</sup>
- IX Diagrama de flujo de procesos <sup>(65)</sup>
- X Descripción del proceso <sup>(62)</sup>
- XI Lista de equipo
- XII Hojas de datos de equipo <sup>(65)</sup>
- XIII Diagrama de servicios auxiliares <sup>(65)</sup>
- XIV Diagrama de tubería e instrumentación <sup>(65)</sup>
- XV Plano de localización <sup>(65)</sup>
- XVI Seguridad en la planta <sup>(70)</sup>
- XVII Manejo de efluentes <sup>(13)</sup>
- XVIII Estimado de inversión <sup>(13)</sup>
- XIX Balance de materia y energía <sup>(65)</sup>
- XX Dimensionamiento de equipo <sup>(66)</sup>
- XXI Sistema de desfogue <sup>(71)</sup>

## I Justificación del proyecto

La justificación del proyecto o análisis de factibilidad requiere de dos estudios, el técnico y el económico.

El análisis de factibilidad técnica puede tener diversos grados de complejidad, dependiendo de la naturaleza del proyecto. Existen casos en los que esta fase se convierte prácticamente en un subproyecto, como pudiera ser el caso de una innovación que involucre toda una estrategia de investigación y desarrollo, con su gestación conceptual, diseño de experimentos, resultados a escala de mesa de laboratorio, planta piloto y frecuentes iteraciones.

En otras circunstancias, la evaluación técnica puede concretarse en realizar una revisión biblio-hemerográfica de los procesos disponibles a nivel internacional, elaborar un cuestionario completo con todos los elementos necesarios para la evaluación, solicitar la información a los licenciadores potenciales (normalmente a través de un concurso formal de tecnología y previa firma de acuerdos de secrecía) y preparar una comparación que frecuentemente se presenta en forma tabular. La evaluación económica incluye un análisis de mercado que comprende tanto la recolección de datos estadísticos del producto en cuestión, como de sus derivados primarios, secundarios, etc., hasta los de consumo final, y su proyección a futuro, mediante ajustes por regresión con variables macroeconómicas y el uso de modelos econométricos.

Además, en la evaluación se deberán incorporar los siguientes componentes: un estudio para definir la capacidad óptima del proceso y su ubicación más conveniente, los cálculos preliminares del proceso para determinar rendimiento de productos y subproductos, requerimientos de energéticos y de servicios auxiliares, predimensionamiento de equipo y el estimado de los costos de inversión y de operación asociados. La evaluación económica concluye con la determinación de parámetros que miden la rentabilidad del proyecto, como pudieran ser la tasa interna de rendimiento o el período de recuperación de la inversión, y con un análisis de sensibilidad, que da una idea del efecto que sobre la rentabilidad tienen posibles variaciones tanto en los costos de las materias primas, de los productos y de los servicios, como en los rendimientos o en la inversión.

## II Estudio preliminar del mercado

En la formulación de un proyecto industrial, el estudio del mercado consiste fundamentalmente en estimar la cantidad de producto que es posible vender las especificaciones que éste debe exhibir y el precio que los consumidores potenciales están dispuestos a pagar. La proyección de la demanda probable del producto resulta fundamental para el proyecto y es uno de los primeros factores asociados a la viabilidad del mismo que se debe estudiar.

A través del estudio del mercado también se pretende determinar bajo que condiciones se podría efectuar la venta de los volúmenes previstos, así como los factores que podrían modificar la estructura comercial del producto en estudio, incluyendo la localización de los competidores, la distribución geográfica de los principales centros de consumo, etc.

Los resultados del estudio del mercado permiten fijar con cierto grado de aproximación la capacidad máxima que puede tener la planta, las necesidades de futuras ampliaciones, y además constituyen un factor que frecuentemente influye de manera importante en la localización de las instalaciones industriales correspondientes.

Los resultados del estudio del mercado deben ser el producto de proyecciones realista de datos confiables, de tal manera que hagan posible:

a) Que desde este punto de vista, los futuros inversionistas estén dispuestos a apoyar el proyecto, con base en la existencia de un mercados potencial que hará factible la venta de la producción de la planta planeada y obtener así un caudal de ingresos que les permitirá recuperar su inversión.

b) Que los técnicos puedan seleccionar el proceso y las condiciones de operación, establecer la capacidad de la planta industrial y diseñar o adquirir los equipos más apropiados para el caso, todo ello en base en los pronósticos de ventas y en las especificaciones del producto.

c) Que los formuladores del proyecto cuenten con los datos necesarios para efectuar estimaciones económicas, asociadas a su viabilidad, tales como el nivel de aprovechamiento de la planta, la capacidad a la que se operará inicialmente, los ingresos previsibles, las utilidades probables, etc.

### III Localización de la planta

La selección del sitio para la erección de la planta deberá contemplar los factores siguientes: (1) Requerimientos de una localización geográfica nueva para la primera industria de una compañía, para instalar nuevas unidades de un producto ya fabricado previamente, o para instalaciones que diversifican la producción, (2) Requerimientos de una localización vecina a instalaciones existentes para la expansión de la producción de productos ya manufacturados en la localidad, para nuevos productos que requieren de otros fabricados en la localidad, o para aprovechamiento de servicios auxiliares generados en la localidad.

Los factores importantes que hay que considerar en el estudio de terrenos y sitios para la localización de plantas son: materias primas, transportes, agua industrial, eliminación de desechos, combustible y energía, mano de obra, clima y factores de la comunidad.

#### IV Tecnología

Cabe señalar que existe una diferencia sustancial entre la investigación científica, ya sea básica o aplicada, y el desarrollo de tecnología. Mientras que la ciencia plantea los postulados y leyes que describen cualitativa y cuantitativamente el comportamiento de cualquier sistema en estudio, la tecnología adapta este conocimiento científico para satisfacer una serie de necesidades de índole diversa, desde la de contar con los conocimientos mínimos necesarios para producir una sustancia química cualquiera, hasta la de fabricar un artículo determinado con características y calidad establecidas por un mercado específico. La tecnología toma también en cuenta otros componentes o factores adicionales, tales como los de tipo económico, productividad del proceso y necesidad de todo tipo de los consumidores finales.

#### V Evaluación de procesos

El camino que nos permite realizar una comparación técnica y económica de los diferentes procesos que da las bases para la selección del proceso.

# ADVANCED PROCESS ENGINEERING

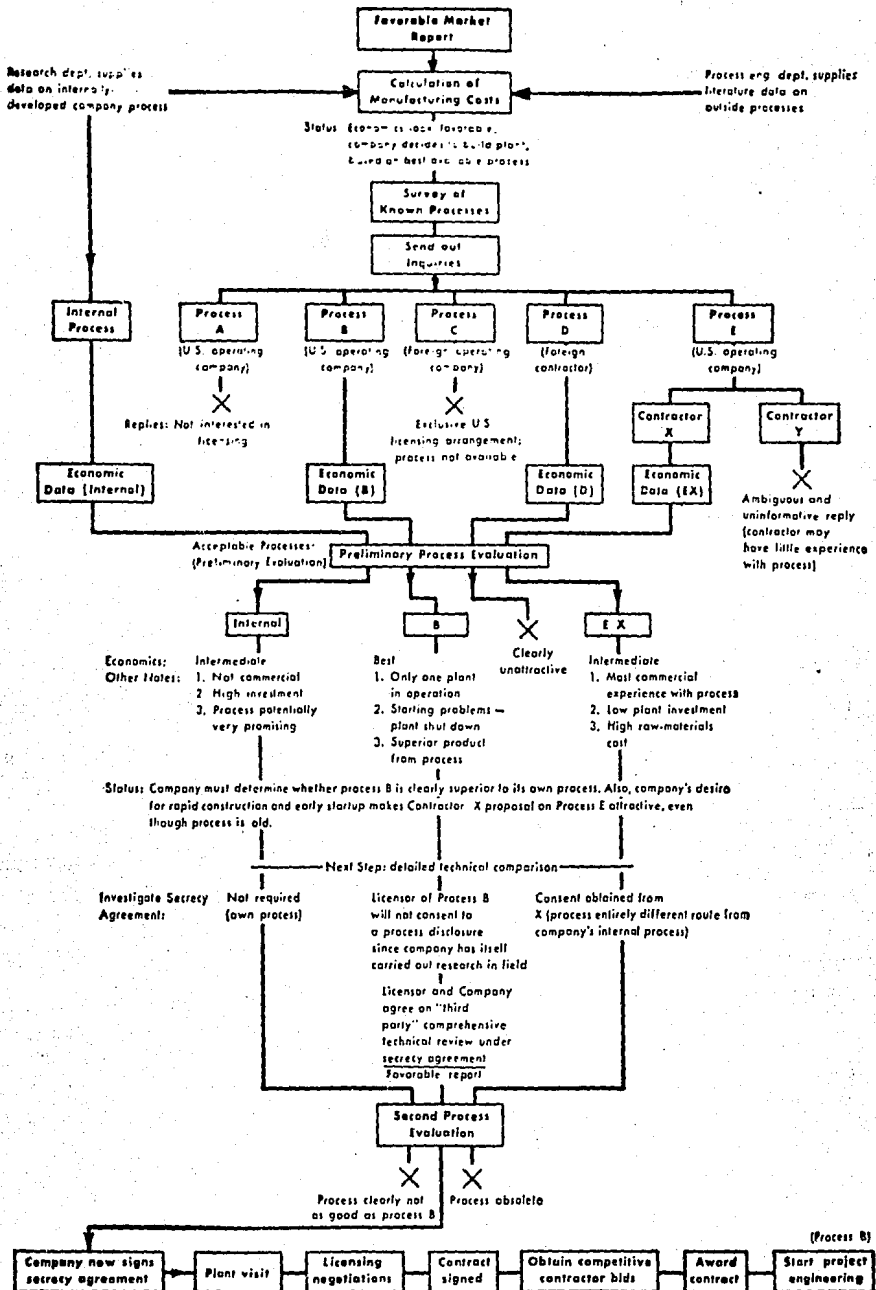


Figure 1. Steps in The Evaluation of Competitive Processes for License (From Spitz, P., *Chem. Eng.* 72 (26) 91 (Dec. 20, 1965))

## FAIR

**TABLE 2**  
**QUESTIONNAIRE FOR**  
**PURC HAVING PROCESS TECHNOLOGY**

### General

1. Is the process completely defined?
2. How many commercial installations are operating?
3. Can operating installations be visited and examined?
4. If there are no operating installations, does licensor have plans for commercialization?
5. Is the licensor identified with a particular engineering contractor?
6. If so, how firm is the alliance? May we choose another contractor?
7. What is the general reputation of, and our experience with, the contractor allied with the licensor?
8. Is the contractor-licensor team [if any] prone to "oversell"?
9. Are we prepared to deal with contract problems?
10. Can we evaluate properly any guarantees involved?
11. Is the stream time efficiency based on rational reliability considerations?

### Process Development

1. How extensive was the laboratory research?
2. Who did the laboratory work? Their qualifications?
3. May we examine laboratory data to develop our conclusions?
4. How early did Engineering get involved?
5. Was there a bench-scale continuous [if appropriate] unit?
6. Was there a semi-works scale unit? With recycle?
7. Were all process steps operated simultaneously with recycle and build-up to equilibrium levels of by-products?
8. May we examine bench-scale and/or pilot plant results?
10. Who did the bench and semi-works scale research? Their qualifications?
11. How complete are the physical property data? Can critically-important data be defined?
12. Have simulation/optimization studies been made? Does the licensor have advanced capability in this area?

### Product

1. Are the product specifications realistic? Have they been met in research? Have they been met commercially?
2. Are the specifications complete? Could unexpected contaminants become a problem?
3. Are methods for analyzing product adequate and consistent with those used by customers?
4. Are there problems with storage of product (e.g. stability)?
5. Are there any problems with shipping the product?
6. Do by-products represent problems, such as utilization, disposability, unusual economic leverage?
7. Does the process offer opportunity to up-grade the product [to meet future demands] without excessive cost?
8. How are by-product pollutants to be dealt with?

### Raw Materials

1. Are specifications on the raw material adequate and realistic?
2. Are methods for analyzing raw material adequate and consistent with those used by suppliers?
3. Have raw material availability and cost been considered on a long-term basis? Long-term commitments?
4. Is raw material available from more than one supplier?
5. If not, does supplier have geographically-separated producing units?
6. Has raw material transportation reliability been considered carefully?
7. Is raw material storage a problem?
8. Will special processing of the feed be required?

### The Process

1. Is a detailed flow diagram available?
2. Are material and energy balances available?
3. How much process modeling has been done?
4. What degree of scaleup is involved? Can we cope with the scaleup problem?

5. What degree of "adjustment" from existing process background is required (e.g., on throughput)?
6. Is all chemistry completely understood?
7. Are flammable, toxic or unstable materials involved?
8. How well have operational safety provisions been developed by the licensor? By the contractor?
9. What special hazards are involved in the process and the process equipment?
10. What have licensor and contractor done to control these hazards and what more needs to be done?
11. How sophisticated are they on design of interlock and alarm systems? Can they handle total control system design?
12. For heat transfer steps, are fouling problems amenable to advance analysis and solution?
13. For reaction steps:
  - (a) Is the catalyst properly identified?
  - (b) Are catalyst availability and stability well-defined? Has catalyst practice been established?
  - (c) Are there alternate catalysts?
  - (d) Are there scaleup problems associated with the reactor?
  - (e) Are there models for predicting yield and conversion?
  - (f) How is the reactor to be started up?
  - (g) Is the control system adequate?
  - (h) Do materials of construction influence yield and conversion?
14. For the separation system:
  - (a) Can contaminants enter the process during the separation steps?
  - (b) Are there special separation problems such as "hidden azeotropes and inconsistent equilibrium data?
  - (c) Has the system been demonstrated properly?
  - (d) Are there foaming problems?
  - (e) Are there control problems?

### Economics

1. Are detailed capital cost data available? What is their basis? Do the data represent our equipment erection and general plant construction practices?
2. Do costs account for possible future price increases?
3. Are detailed manufacturing cost elements available? Do they include sufficient information on maintenance requirements? Can they be interpreted according to company standard cost elements?
4. Is the cost of startup evaluated properly? Are time-manpower provisions by contractor included?
5. Are operating personnel requirements realistic?
6. Is there justification for computer control?
7. Have optimization studies been made?
8. Are all licensing fees and royalties included in the projected costs?
9. Do profitability studies take into account time value of money and future vagaries of selling price?

### Miscellaneous

1. Have materials of construction specifications been considered carefully? Test data available?
2. Does equipment fabrication require special shop facilities and expertise?
3. Have procedures for startup, shutdown and decontamination been developed?
4. Have stream and laboratory analytical problems been considered?
5. What hazards are involved?
6. Are licensor and contractor amenable to intensive safety reviews?
7. Have we considered possible future modifications for changed products or capacity increases?
8. Are physical models available for inspection?
9. Is there agreement on specifications/standards to be used?
10. If the process equipment is to be fabricated in a foreign country, has due consideration been given to shop capabilities, vendor inspection/expending, and local design capabilities?



## VI Selección de procesos

En un proyecto industrial es necesario determinar el proceso más adecuado para obtener el producto deseado. Varios métodos de fabricación pueden estar disponibles para obtener el mismo producto, y estos procesos deben ser comparados para seleccionar el más adecuado a las condiciones existentes.

La comparación puede ser efectuada a través del desarrollo de diseños completos. Sin embargo, en algunos casos todos o algunos de los procesos posibles pueden ser eliminados por la comparación de las variables esenciales, y los cálculos de diseño detallado para cada proceso no son necesarios.

La siguiente lista debe ser considerados en una comparación de este tipo:

ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN LA  
SELECCION PRIMARIA DE PROCESOS  
QUIMICOS Y PETROQUIMICOS

1. OBJETIVO FINAL DEL PROCESO.
2. APLICACION FINAL DEL PRODUCTO.
3. DEFINICION DEL PRODUCTO TERMINADO Y SUS ESPECIFICACIONES.
4. CAPACIDAD A SER INSTALADA.
5. CONTEXTO LEGAL POR "LEY PETROQUIMICA".
6. DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS.

SECUENCIA DE SELECCION PARA PROCESOS SIMILARES

1. PROCESO MAS SIMPLE (MENOR NUMERO DE EQUIPOS).
2. MENOR NUMERO DE OPERACIONES UNITARIAS.
3. OPERACIONES MAS SIMPLES DE OPERAR Y CONTROLAR.
4. NIVELES DE LAS VARIABLES DE OPERACION.
5. TIPOS DE SERVICIOS Y NIVELES DE CONSUMO.
6. MATERIALES DE CONSTRUCCION (GRADO DE CORROSIVIDAD).

EVALUACION DE LOS LICENCIADORES

1. REPUTACION DEL LICENCIADOR.
2. GRADO DE COMERCIALIZACION.
3. POSIBILIDAD DE VISITAR LA PLANTA DEL LICENCIADOR.
4. POSIBILIDAD DE OBSOLESCENCIA TEMPRANA.
5. TIEMPO REQUERIDO PARA CONSTRUCCION.
6. EFECTO DE ESCALACION.

## FACTORES CLAVE EN LA SELECCION DE PROCESOS

1. ELEMENTOS PARA EVALUACION TECNICA.
2. EVALUACION DE LOS LICENCIADORES.
3. ESTRUCTURA DE LOS PROCESOS.
4. CONSUMO DE ENERGETICOS.
5. CONSUMO, USO Y RECIRCULACION DE AGUA (ACONDICIONAMIENTO Y TRATAMIENTO POSTERIOR).

## ELEMENTOS A CONSIDERAR EN LA EVALUACION TECNICA DE PROCESOS

1. INSUMOS BASICOS - MATERIAS PRIMAS MAYORES.
2. DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS - ACTUAL Y FUTURA.
3. REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS.
4. SISTEMAS DE REACCION.
5. OPERACIONES UNITARIAS INVOLUCRADAS.
6. COMPARAR PROCESOS A SELECCIONAR CON LOS DE MAYOR APLICACION O MAS MODERNOS.
7. GENERACION DE SUB-PRODUCTOS. DISPOSICION O UTILIZACION.
8. NUMERO DE EQUIPOS. DISTRIBUCION Y ARREGLO DE PLANTA. OPERACION Y MANTENIMIENTO.
9. MATERIALÉS DE CONSTRUCCION.
10. GRADO DE AUTOMATIZACION.

## VII Ingeniería básica

La ingeniería básica se inicia con el diseño del proceso, macroactividad que parte de un análisis de las bases de diseño, orientado a generar una primera tentativa de esquema de procesamiento y a asignar valores, también preliminares, a tantas variables como grados de libertad se presenten en el modelado matemático del proceso. Sigue una serie de cálculos complicados que actualmente se realizan con simuladores de proceso en sistemas de cómputo. Estos sistemas permiten el uso de modelos complejos con los que se logra una representación precisa del comportamiento de los fenómenos físicos, químicos y fisicoquímicos. De los cálculos surgen los balances de materia y energía con datos de flujo, composición y de requerimiento de energía, así como las propiedades termofísicas de todas las corrientes de interconexión de los equipos de procesamiento. A continuación, procede el dimensionamiento del equipo, en el que se generan datos de diámetros, alturas, volúmenes, pesos, etc., y de materiales de construcción, que constituyen los elementos para el estimado de la inversión; en este análisis se incluyen también los costos de operación por concepto de materias primas, servicios, reactivos y catalizadores, mano de obra, mantenimiento, depreciación y otros.

Todos estos datos de inversión y costo se pueden relacionar con la variable tiempo, tomando en cuenta el programa de erogaciones y los ingresos programables por concepto de la venta de los productos, de acuerdo a la curva de aprendizaje de la nueva instalación, a partir de la fecha de arranque previsto.

Finalmente, el flujo de efectivo, que de esta manera se calcula, da lugar al estimado de alguna variable de evaluación de la rentabilidad.

Este conjunto de cálculos habrá de repetirse varias veces, modificando el esquema originalmente propuesto y el valor de las variables independientes, en busca de mejoras en la función seleccionada, para medir la bondad del proceso. Desde luego, la estrategia para estas modificaciones secuenciales puede basarse en el criterio y experiencia del ingeniero de diseño, o bien recurrirse a procedimientos formales de optimización y síntesis de procesos.

Una vez definido el esquema de procesamiento y las variables óptimas de operación, habrá que realizar un análisis conceptual del comportamiento del proceso, bajo las diferentes circunstancias normales o anormales que puedan presentarse durante la operación. Este análisis generará valores límite, máximos y mínimos que se podrán presentar en variables tales como flujo, presión y temperatura de las corrientes, las que deberán tomarse en cuenta en el diseño definitivo de los equipos y de las tuberías de interconexión.

En estos diseños se entra en mayores detalles pues, en el caso de los equipos, será necesario definir con precisión todas sus características internas, geométricas y dimensionales. Así mismo, en las tuberías se tendrán que considerar no sólo las líneas principales, sino también las auxiliares, para propósito de arranque, paro, purgas o emergencias.

Será necesario definir los controles requeridos en el proceso, los instrumentos de medición y/o registro de flujos, presiones, temperaturas, niveles, composiciones, etc., las válvulas de operación manual, las de control automático y las de seguridad. En esta etapa, el dimensionamiento de las líneas se fundamentará en criterios de velocidad o caída de presión por unidad de longitud, y en una etapa posterior (en la que ya se cuente con trayectorias de las líneas e isométricos de las tuberías) procederá una verificación hidráulica, con el cálculo de caídas de presión en líneas con flujos de líquidos, de gases o a dos fases.

Este diseño de tuberías, válvulas, conexiones e instrumentos deberá hacerse no sólo para las líneas de proceso, sino también para las de servicios auxiliares: Agua de enfriamiento, vapor de baja, media y alta presión, condensado, aceite de calentamiento, refrigerantes, aceites de lubricación de maquinaria, etc., así como un diseño muy especial para el sistema de desfogue, basado en criterios de masas a relevar en condiciones de fuego, por falla de agua, electricidad o vapor.

Otro aspecto importante en el diseño de un proceso, es el de la localización física de los equipos en el área disponible de terreno, donde intervendrán factores de seguridad y económicos para la definición.

En forma específica, los documentos típicos que se generan durante la fase de ingeniería básica de un proyecto son los siguientes:

- 1 .- Diagrama de flujo de proceso
- 2 .- Balance de materia y energía e información complementaria
- 3 .- Descripción del proceso
- 4 .- Lista de equipo
- 5 .- Requerimiento de servicios auxiliares y agentes químicos
- 6 .- Diagrama de suministro y consumo de servicios auxiliares
- 7 .- Hojas de datos de equipo de proceso
- 8 .- Diagramas de tubería e instrumentación de líneas de proceso
- 9 .- Diagramas de tubería e instrumentación de servicios auxiliares
- 10.- Diagrama del sistema de desfogue
- 11.- Lista de líneas
- 12.- Índices de instrumentos
- 13.- Hojas de datos de válvulas de control
- 14.- Hojas de datos de válvulas de seguridad
- 15.- Hojas de datos de instrumentos
- 16.- Resumen de alarmas, paros y arranques
- 17.- Plano de localización general y
- 18.- Filosofías básicas de operación.

### VIII Bases de diseño

La ingeniería de proyecto de la planta podrá iniciarse cuando se disponga de información suficiente de las bases de diseño. Estas bases definen la localización de la planta; su función; el tipo de proceso a utilizar; la capacidad, rendimiento y flexibilidad deseadas; las especificaciones de las alimentaciones y los productos y sus condiciones de operación en los límites de batería de la planta; servicios auxiliares requeridos y disponibles; características de la alimentación de la energía eléctrica; condiciones climatológicas; criterios de diseño para tuberías; criterios de diseño civil; criterios de diseño para equipo; necesidades de edificios y estructuras; sistemas de seguridad; requisitos de instrumentación; sistema de desfogue y sistema de eliminación de desechos.

### IX Diagrama de flujo de procesos

Los diagramas de flujo de proceso contienen la descripción gráfica de la secuencia de operaciones y procesos unitarios de que consta la planta. Todos los equipos principales de la planta tales como reactores, torres de destilación, recipientes, cambiadores de calor, calentadores de fuego directo, bombas y compresores aparecen representados en estos diagramas, así como también las corrientes principales que los interconectan; se indican aquí los nombres de los equipos, sus claves de identificación y sus características más importantes.



Las corrientes de diversos tipos aparecen numeradas correspondiendo a un cuadro que contienen datos de composición (% mol), flujo (Kg/hr, BPD, MMPCSD), presión (Kg/cm<sup>2</sup>), temperatura (°C) y densidad (g/cm<sup>3</sup>).

Los diagramas de flujo de proceso son así la descripción fundamental de la planta y constituyen el documento base para las actividades siguientes de ingeniería de proyecto.

#### X Descripción del proceso

Descripción verbal del proceso, citando el equipo principal y las condiciones de operación (presión y temperatura) en cada etapa del mismo.

#### XI Lista de equipo

Contiene la clave, servicio y características principales del equipo de proceso (contenido en el D.F.P.). Las características que se indican son las siguientes: recipientes a presión, diámetro por longitud tangente-tangente en mm; cambiadores de calor, diámetro de coraza por longitud de tubos en mm y carga térmica en kCal/hr; bombas y compresores, gasto en LPM o m<sup>3</sup>/hr, diferencial de presión Kg/cm<sup>2</sup>, potencia en BHP; etc.

## XII Hojas de datos de equipo

La información resultante del cálculo y diseño de los equipos, se presenta en forma resumida y ordenada mediante las hojas de datos. Estas hojas contienen la descripción del equipo y su clave, el servicio para el cual está destinado, el número y el arreglo requerido de equipos, sus dimensiones principales, las características del material que se manejará, las condiciones de operación y diseño, recomendaciones sobre materiales de construcción, espesores por corrosión, aislamiento requerido y códigos aplicables, en caso como el de recipientes y torres de destilación, la hoja incluye un esquema del equipo, indicándose número, diámetro y localización de boquillas y datos de nivel de líquido.

Las hojas de datos son parte de los documentos de apoyo para el desarrollo de las actividades subsecuentes de ingeniería básica y de ingeniería de detalle. Finalmente estas hojas acompañarán a las solicitudes de cotización para la compra de los equipos.

## XIII Diagrama de servicios auxiliares

El balance de vapor, agua de enfriamiento, combustible, etc., se representa mediante un diagrama de bloques. En este diagrama aparecen los equipos que deberán ser alimentados con diversos servicios y las cantidades correspondientes de los mismos. Estos datos sirven de base para el diseño de los sistemas de servicios y para planear su distribución al integrar distintas plantas.

#### XIV Diagrama de tubería e instrumentación

Como se estableció anteriormente, el diagrama de flujo de proceso es una representación resumida de la planta que contienen en forma simplificada la descripción de los equipos que la integran. Como consecuencia, los diagramas de tubería e instrumentación presentan una descripción gráfica detallada de todos los equipos; esto incluye aquellas partidas de sistemas auxiliares de inyección de reactivos, de compresión de aire, de refrigeración, etc. En estos diagramas los equipos se dibujan con el máximo de detalles; las tuberías que interconectan los equipos, así como las de servicios auxiliares se representan prácticamente en su totalidad; los instrumentos necesarios como válvulas de control, reguladores de presión, instrumentos de nivel, instrumentos para control de flujo, presión y temperatura, instrumentos con gobierno en el tablero principal de control de la planta, instrumentos de control local, manómetros, termómetros, válvulas de operación manual, sistemas de protección (válvulas de seguridad) aparecen también con todo detalle.

Los D.T.I. son el punto de partida para el diseño de detalle de tubería y contienen notas que establecen criterios de diseño que se seguirán estrictamente en el desarrollo de los planos constructivos de la planta.

## XV Plano de localización

Una vez que se dispone de información sobre las características y dimensiones de los equipos que integran la planta, puede procederse a la elaboración del plano de localización. En este se representan vistos en planta los equipos, edificios y estructuras obedeciendo la secuencia del flujo establecida en el diagrama de proceso y a la conveniencia de distribución para facilitar la operación de la planta; al mismo tiempo deberán preverse facilidades para el montaje de equipos y para el mantenimiento de los mismos. En la distribución deberán considerarse las necesidades que se presentarán en la etapa de ingeniería de detalle y el arreglo relativo de los equipos obedecerá a las normas establecidas de seguridad.

El plano de localización de equipos es de amplia utilización en el diseño de instalaciones subterráneas y cimentaciones dentro de la fase de ingeniería de detalle.

## XVI Seguridad en la planta

La seguridad esta definida como una actividad positiva y organizada o un programa basado en el conocimiento de la reacción entre el hombre y su ambiente de trabajo, lo cual ayuda los negocios de la empresa, por la reducción de pérdidas humanas, económicas, y sociológicas causadas por fuegos, explosiones, riesgos a la salud y otros accidentes ocupacionales.

## XVII Manejo de efluentes

El desarrollo de un sistema de control de contaminantes implica una evaluación ingenieril de varios factores. Estos incluyen la investigación de la fuente de contaminación, la determinación de las propiedades de las emisiones contaminantes, el diseño de los sistema de colección y transferencia, la selección del dispositivo de control, y la dispersión de las corrientes tratadas para satisfacer la regulaciones aplicables.

Una responsabilidad importante del diseñador es investigar los contaminantes y el volumen total dispersado. Es axiomático que el tamaño del equipo esta directamente relacionado a el volumen tratado. Similarmente, las etapas de tratamiento están relacionadas a la cantidad de contaminantes que deben ser eliminados. Cualquier cambio en el proceso que altera favorablemente las concentraciones producirá ahorros.

## XVIII Estimado de inversión

Un diseño de planta aceptable debe presentar un proceso que es capaz de operar bajo condiciones que producirá utilidades. Un capital debe ser asignado para los gastos directos de planta, tales como aquellos para las materias primas, mano de obra, y equipo. Junto con los gastos directos se debe incluir los gastos indirectos, si se desea un análisis completo del costo total. Algunos ejemplos de estos gastos indirectos son, los salarios administrativos, los costos de distribución y los costos de servicio de comunicación en la planta.

Una inversión de capital es requerida para cualquier proceso industrial, y la determinación de la inversión necesaria es una parte importante del proyecto de diseño. La inversión total para cualquier proceso consiste de la inversión de capital fijo para el equipo físico y los servicios en la planta más el capital de trabajo el cual debe estar disponible para pagar salarios, almacenar materia prima y productos, y el pago de operaciones que requieren efectivo. Así, en un análisis de costos en procesos industriales, los costos de inversión de capital, los costos de producción, y los gastos generales incluyendo impuestos deben ser tomados en consideración.

#### XIX Balance de materia y energía

El balance de materia y energía permite conocer la magnitud de las diversas corrientes que manejará la planta y los requerimientos térmicos del proceso. Estos datos servirán de base para el trabajo de diseño posterior dentro de la ingeniería básica para la especificación de equipos, instrumentos y tuberías.

#### XX Dimensionamiento de equipo

El diseño de equipo es la disciplina tecnológica mediante la cual se lleva a cabo la "materialización de la tecnología", pues a través de sus métodos y procedimientos de cálculo es posible construir el equipo y los aparatos en que se realizarán las transformaciones físicas, químicas o fisicoquímicas de las sustancias manejadas en la industria química de proceso.

Para diseñar los equipos de proceso se cuenta con dos teorías primordiales: los fenómenos de transporte y las operaciones unitarias. Estas teorías, descansan en los puntos similares o comunes denominadores, de los fenómenos que se llevan acabo en equipos de distintos procesos, pero que toman en cuenta sus condiciones específicas de operación para ser aplicadas en forma cuantitativa.

## XXI Sistema de desfogue

El objetivo de un sistema de relevo es la protección del equipo y consecuentemente la protección del personal; los equipos son diseñados para trabajar a una presión máxima, dadas sus características mecánicas. Cuando existe la posibilidad de que esta presión sea excedida por alguna falla, el exceso se evita desalojando los fluidos a través de un sistema de relevo.

Los sistemas de relevo incluyen en general válvulas de seguridad, tuberías, tanques de separación y quemador de campo, los que deben ser dimensionados adecuadamente basándose en las condiciones específicas dependientes de las características de operación y seguridad de cada planta considerada.



# APENDICE

## III

### SIMBOLOGIA DE EQUIPOS, Y NOTACION DE EQUIPOS

#### CONTENIDO

- I Simbología de equipos <sup>(13), (72), (73)</sup>
- II Notación de equipos <sup>(65)</sup>

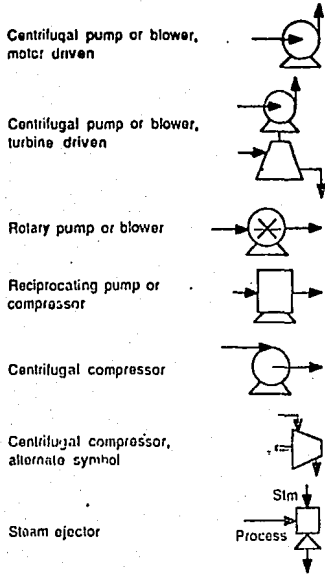


**Flowsheet Equipment Symbols**

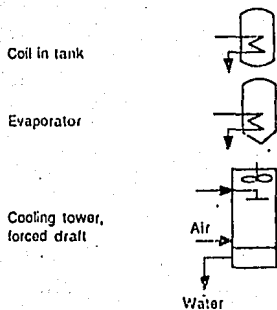
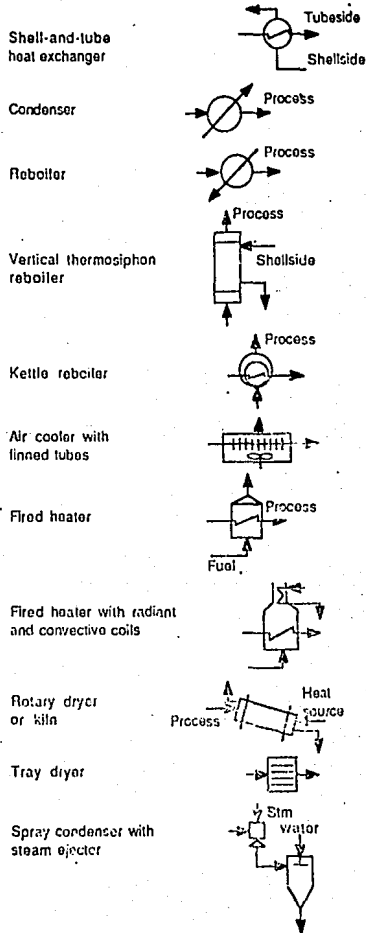
**Fluid Handling**

**Heat Transfer**

**FLUID HANDLING**

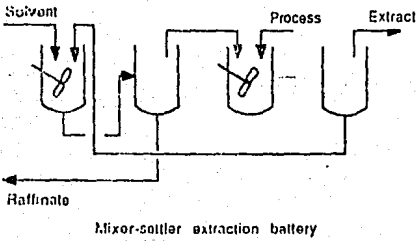
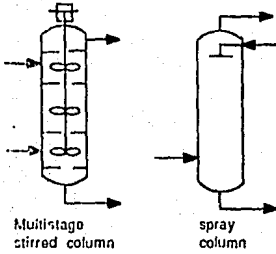
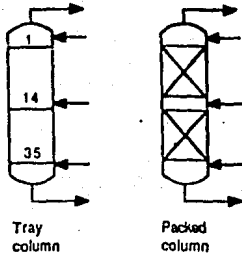


**HEAT TRANSFER**

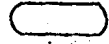


MASS TRANSFER

VESSELS



Drum or tank



Drum or tank



Storage tank



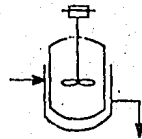
Open tank



Gas holder



Jacketed vessel with agitator



Vessel with heat transfer coil



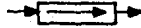
Bin for solids



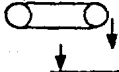
CONVEYORS & FEEDERS

SEPARATORS

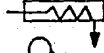
Conveyor



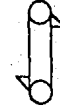
Belt conveyor



Screw conveyor



Elevator



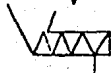
Feeder



Star feeder



Screw feeder



Weighing feeder



Tank car



Freight car



Conical settling tank



Raked thickener

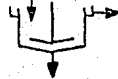


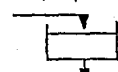
Plate-and-frame filter



Rotary vacuum filter



Sand filter



Dust collector



Cyclone separator



Centrifuge



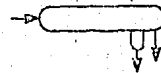
Mesh entrainment separator



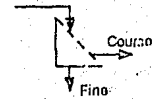
Liquid-liquid separator



Drum with water settling pot

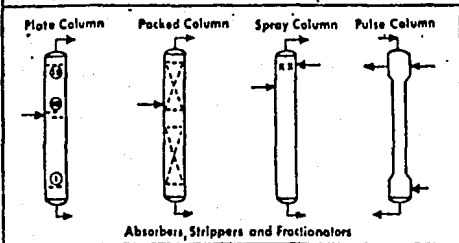


Screen

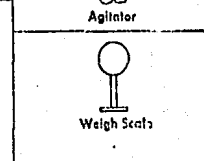
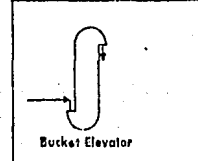
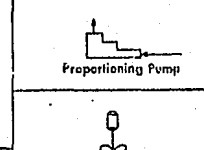
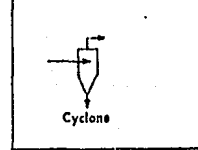
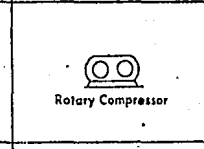
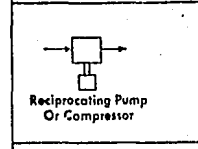
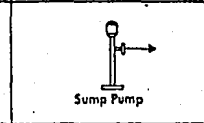
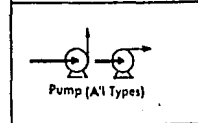
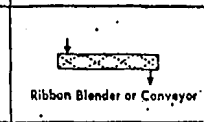
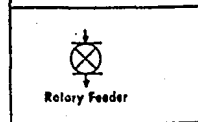
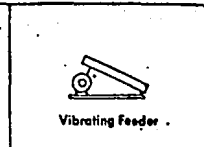
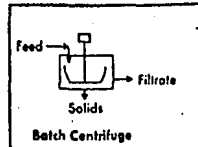
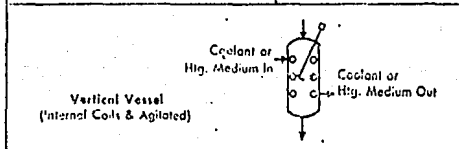
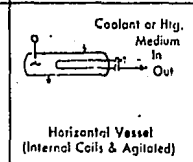
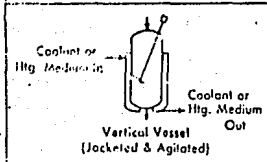
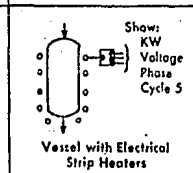
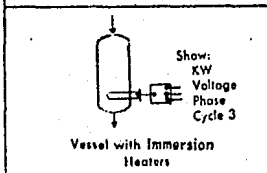
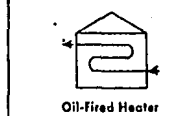
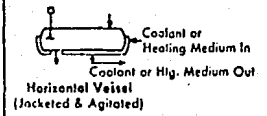


## Process Vessels

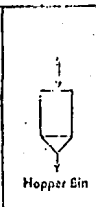
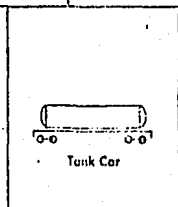
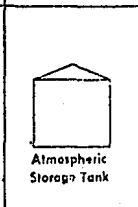
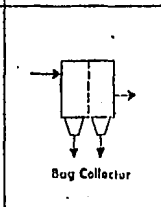
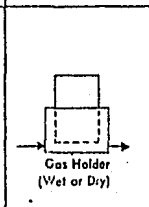
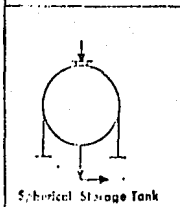
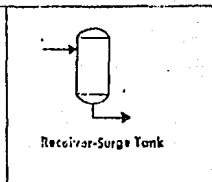
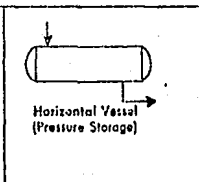
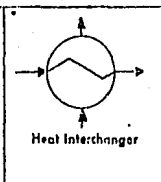
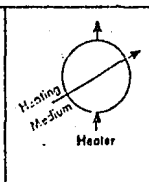
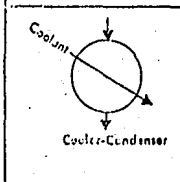
## Pumps and Solids



Absorbers, Strippers and Fractionators

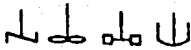


## Storage Equipment



MIXING & COMMINUTION

Liquid mixing  
impellers: basic,  
propeller, turbine,  
anchor



Ribbon blender



Double cone blender



Crusher



Roll crusher

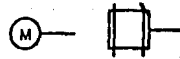


Pebble or rod mill



DRIVERS

Motor



DC motor



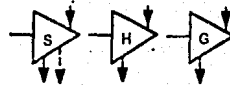
AC motor, 3 phase



Turbine

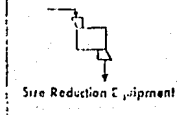
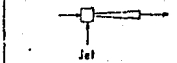
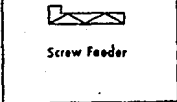
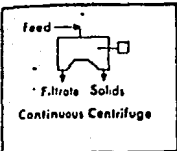


Turbines:  
steam,  
hydraulic,  
gas



# Handling

# Flow and Instruments



→ Main Process Flow

→ Utility Flow

→ Solids In Chutes  
Gases in Ducts

100 GPM  
Flow Rate

Material Balance			
Stream	Feed	Overhead	Bottoms
C <sub>1</sub>	40	35	5
C <sub>2</sub>	20	15	5
C <sub>3</sub>	20	10	10
C <sub>4</sub>	20	2	18
Total Lb.	100	62	38
Total Gal.	20	12	8

Feed	GPM
C <sub>1</sub>	10
C <sub>2</sub>	20
C <sub>3</sub>	30
Total	60

20 PSIG  
Pressure

500 °F.  
Temperature

Flow Balance

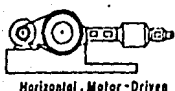
<p>All Manual Valves</p>	<p>Flame Arrestor</p>	<p>Vacuum Breaker</p>
<p>All Control Valves</p>	<p>Steam Trap</p>	<p>Thermowell</p>
<p>Orifice Flowmeter</p>	<p>Thermocouple</p>	<p>Temperature Element for Instrument</p>
<p>Rotameter</p>	<p>Pressure Controller</p>	<p>Temperature Controller</p>
<p>Liquid Level Gage</p>	<p>Level Controller</p>	<p>Flow Controller</p>

## Filters, Evaporators and Driers

<p>Tower with Integral Reboiler</p>	<p>Single Effect Evaporator</p>	<p>Crystallizer</p>	<p>Downflow Spray Drier</p>
<p>Rotary Drier</p>	<p>Plate and Frame Filter</p>	<p>Continuous Rotary Filter</p>	
<p>Drum Drier or Flaker</p>	<p>Plate Filter</p>	<p>Rotary Kiln</p>	



-- Compressors --



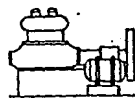
Horizontal, Motor-Driven



Steam-Driven



Vertical, Motor-Driven



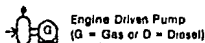
Vertical, Motor-Driven



Rotary Blower Motor-Driven



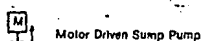
Turbine Driven Centrifugal Compressor



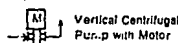
Engine Driven Pump (G = Gas or D = Diesel)



Rotary Pump



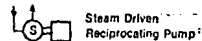
Motor Driven Sump Pump



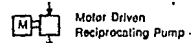
Vertical Centrifugal Pump with Motor



Turbine Driven Centrifugal Pump



Steam Driven Reciprocating Pump



Motor Driven Reciprocating Pump



Motor Driven Centrifugal Pump

Special types of descriptive flow sheet symbols.

	Orifice Plate
	Orifice Plate in Quick Change Fitting
	Venturi tube or Flow Nozzle
	Pitot Tube or Pilot Venturi Tube
	Turbine or Propeller Type Element
	Rotameter
	Rotameter with Integral Throttle Valve
	Chemical Seal
	Rupture Disc for Pressure Relief
	Rupture Disc for Vacuum Relief
	Pressure or Safety Valve
	Vacuum Relief Valve
	Pressure and vacuum relief Valve (Conservation Vent)
	Float Operated Valve (LCV)
	Hand Control Valve
	Diaphragm Operated Control Valve FC = Fail Closed, FO = Fail Open
	Diaphragm Operated Control Valve with Handwheel

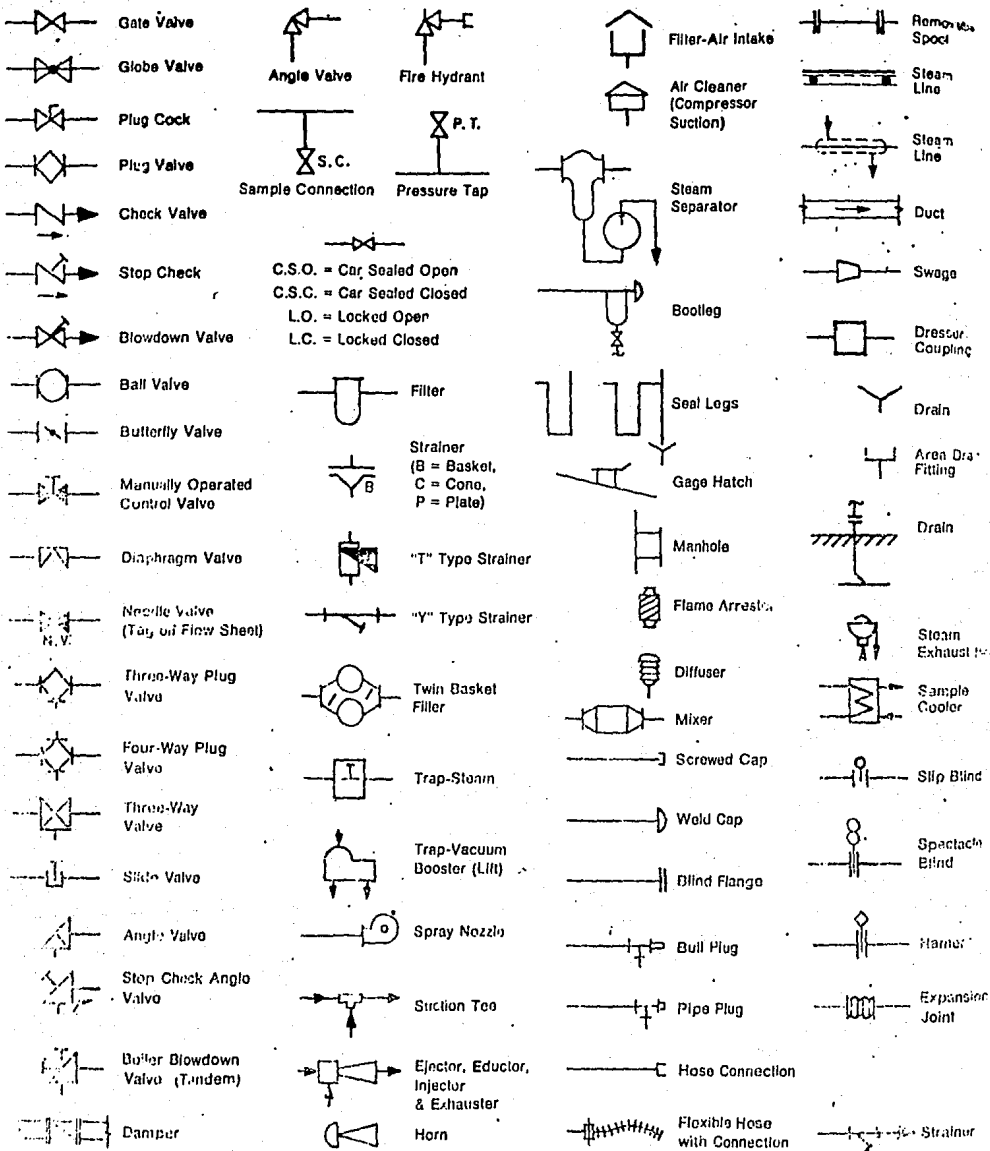
	Diaphragm Operated Butterfly Valve
	Diaphragm Operated Angle Valve
	Self-Contained Regulating Valve
	Double Diaphragm Control Valve
	Hydraulic or Pneumatic Piston Operated Control Valve
	Rotary Motor Operated Control Valve
	Solenoid Operated Gate Valve
	Three-Way Solenoid Valve Latch Type With Manual Reset
	Multiple Orifice Plate
	Locally Mounted Instr.
	Main Panel Mounted Instr.
	Local Panel Mounted Instr.
	Instr. Mounted Behind Panel
	Instr. with Two Functions
	Heat Traced Instr. S = Steam, E = Electric

	Pilot Light
	Data to Computer
	Computer Set

Relay Function Designations

Types	
$\Sigma$	= Add
$\Delta$	= Subtract
$\pm$	= Plus
$\sqrt{\quad}$	= Extract Square Root
$\div$	= Divide
$\times$	= Multiply
$\uparrow$	= Booster
$\square$	= High Select
$\square$	= Low Select
REV	Rev = Reverse
L/P	L/P = Potential to Pneumatic
I/P	I/P = Current to Pneumatic
F/I	F/I = Potential to Current

Commonly used instruments for process and instrumentation flow sheets. (Adapted from ISA Std. ANSI Y32.20-1975, ISA S5.1-1973, "Instrumentation Symbols and Identification," by permission.)



Flow diagram symbols; valves, fittings, and miscellaneous piping. (Compiled from several sources, and in particular, Fluor Corp. Ltd. by permission.)

## II Notación de equipos

BA	Hornos y calentadores a fuego directo
BH	Desobrecalentador
DA	Torres
DC	Reactores
EA	Cambiador de calor
EB	Equipo de intercambio de calor: núcleos sumergidos, serpentín y caja
EC	Equipo especial de intercambio de calor
EE	Eyectores
EF	Torres de enfriamiento de agua
FA	Recipientes de proceso acumuladores y tanques de almacenamiento a presión
FB	Tanques de almacenamiento a presión atmosférica
FD	Filtro
FE	Fosas y depósitos
GA	Bombas
GB	Compresores y sopladores
GC	Agitadores de propela
GD	Tanque de mezclado
HA	Tanque separador o acumulador fabricado con tubería
PA	Equipo especial

Claves de equipos, ejemplo:

GA-402AB/R

GA : Bomba (no se especifica el tipo de bomba ni su accionador)

402: Equipo número dos de la sección 400

AB/R: Dos bombas en operación normal (no se especifica si se encuentran en serie o en paralelo), con una bomba de relevo

NOTACION DE TUBERIAS

CONTENIDO

- I Notación de tuberías <sup>(62), (65)</sup>

# I Notación de tuberías

Clave de tuberías, ejemplo:

6" P 2000 M B (2 A 1) C 26

- 6" : Diámetro nominal del tubo
- P : Servicio, línea de proceso
- 2000: Número de línea
- M : Presión de la línea (Kg/cm<sup>2</sup>)
- B : Material
- 2 : Características del material (composición)
- A : Cédula
- 1 : Presión que resiste el material
- C : Tipo de aislamiento
- 26 : Espesor del aislante (mm)

CUESTIONARIO DE ESTUDIO  
DE RIESGO

CONTENIDO

I Cuestionario

**GUIA PARA LA ELABORACION DEL ESTUDIO DE RIESGO,  
MODALIDAD ANALISIS DE RIESGO.**

**I.- DATOS GENERALES:**

(La presente guía no debe ser considerada como si fuera un simple cuestionario, sino como un resumen de los lineamientos fundamentales para elaborar un documento serio y formal, que reporte el empleo de la metodología mas idónea sobre análisis de riesgo para la actividad proyectada).

- I.1.- Nombre de la Empresa u Organismo.
- I.2.- Registro Federal de Causantes.
- I.3.- Objeto de la Empresa u Organismo.
- I.4.- Cámara o Asociación a la que pertenece.
- I.4.1.- Número de Registro de la Cámara o Asociación.
- I.4.2.- Fecha.
- I.5.- Instrumento jurídico mediante el cual se constituyó la empresa u organismo. (escritura pública, decreto de creación, etc)
- I.6.- Departamento proponente.
- I.6.1.- Domicilio para oír y recibir notificaciones.
- Estado \_\_\_\_\_ Ciudad \_\_\_\_\_
- Municipio \_\_\_\_\_ Localidad \_\_\_\_\_
- Código Postal \_\_\_\_\_ Tel. \_\_\_\_\_
- I.6.2.- Nombre completo de la persona responsable.
- Anexar comprobantes que identifiquen la capacidad jurídica del responsable de la Empresa, suficientes para suscribir el presente documento.
- I.6.3.- Puesto.
- I.6.4.- Instrumento jurídico mediante el cual se concede poder suficiente al responsable para suscribir el presente documento (mandato, nombramiento, etc. ). Anexar comprobante.
- I.6.5.- Firma del responsable bajo protesta de decir verdad.



## II.- DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO:

(Para contestar la información que se solicita en este apartado si es necesario anexar hojas adicionales. Cuando la localización del predio sea fácilmente identificable, no contestar el renglón de las coordenadas del predio).

### II.1.- NOMBRE DEL PROYECTO.

II.1.1.- Naturaleza del proyecto ( descripción general, capacidad proyectada, inversión, vida útil ).

II.1.2.- Planes de crecimiento futuro.

### II.2.- UBICACION DEL PROYECTO.

Estado \_\_\_\_\_ Municipio \_\_\_\_\_ Localidad \_\_\_\_\_

Anexar planos de localización, marcando puntos importantes de interés cercanos al plan o proyecto, la escala de plano puede ser 1:20,000 ó 1:25,000 en la microrregión y 1:100,000 en la región.

II.2.1.- Coordenadas del predio.

II.2.2.- Describir las colindancias del predio y los usos del suelo en un radio de 200 metros en su entorno, anotando los datos pertinentes del registro público de la propiedad correspondiente.

II.2.3.- Superficie total. \_\_\_\_\_ requerida \_\_\_\_\_  
( M<sup>2</sup> ) ( M<sup>2</sup> )

II.2.4.- Origen legal del predio ( compra, venta, concesión, expropiación, arrendamiento, etc. ).

II.2.5.- Descripción de acceso (marítimos, terrestres y/o aéreos).

II.2.6.- Infraestructura necesaria ( actual y proyectada ).

II.3.- Actividades conexas (industriales, comerciales y servicios).

II.4.- Lineamiento y programas de contratación de personal.

II.5.- Programas de capacitación y adiestramiento de personal.

II.6.- Especificar si cuentan con otras autorizaciones oficiales para realizar la actividad propuesta ( licencia de funcionamiento, permiso de uso del suelo, etc. ). Anexar comprobantes.

III.- ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONOMICO:

Describe el sitio seleccionado para la realización del proyecto bajo los siguientes parámetros contestando negativa o afirmativamente y especificando los elementos relevantes en su caso.

- III.1.- Es una zona de cualidades estéticas únicas o excepcionales ( por ejemplo: miradores sobre paisajes costeros naturales ) ? \_\_\_\_\_
- III.2.- Es o se encuentra cercano a una zona donde hay hacina-  
miento ? \_\_\_\_\_
- III.3.- Es o se encuentra cercano a un recurso acuatico (lago,  
río, etc. )? \_\_\_\_\_
- III.4.- Es o se encuentra cercano a un lugar o zona de atrac-  
ción turística? \_\_\_\_\_
- III.5.- Es o se encuentra cercano a una zona de recreo (par-  
ques, escuelas u hospitales )? \_\_\_\_\_
- III.6.- Es o se encuentra cercano a zonas que se reservan o  
debieran reservarse para habitat de fauna silvestre?  
\_\_\_\_\_
- III.7.- Es o se encuentra cercano a una zona de especies  
acuáticas? \_\_\_\_\_
- III.8.- Es o se encu. tra cercano a una zona de ecosistemas  
excepcionales? \_\_\_\_\_
- III.9.- Es o se encuentra cercano a una zona de centros cultu-  
rales, religiosos o históricos del país? \_\_\_\_\_
- III.10.- Es o se encuentra cercano a una zona de parajes para  
fines educativos (por ejemplo: zonas ricas en caracte-  
rísticas geológicas o arqueológicas)? \_\_\_\_\_
- III.11.- Es o se encuentra cercano a una zona de pesquerías  
comerciales? \_\_\_\_\_
- III.12.- Se están evaluando otros sitios donde sería posible  
establecer el proyecto? ¿Cuáles son? \_\_\_\_\_
- III.13.- Se encuentra incluido el sitio seleccionado para el  
proyecto en un programa de planificación adecuado o  
aplicable ( por ejemplo: el Plan de Ordenamiento  
Ecológico del Area )? \_\_\_\_\_

III.14.- Dentro de un radio aproximado de 10 km. del área del proyecto, qué actividades se desarrollan?

- Tierras cultivables
- Bosques
- Actividades industriales (incluidas las minas)
- Actividades comerciales o de negocios
- Centros urbanos
- Núcleos residenciales
- Centros rurales
- Zona de uso restringido (por motivos culturales, históricos, arqueológicos o reservas ecológicas)
- Cuerpos de agua.

III.15.- Está el lugar ubicado en una zona susceptible a:

- Terremotos (sismicidad)?
- Corrimientos de tierra?
- Desmorramientos o hundimientos?
- Efectos meteorológicos adversos (inversión térmica, niebla, etc.)?
- Inundaciones (historial de 10 años, promedio anual de precipitación pluvial)?
- Pérdidas de suelo debido a la erosión?
- Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión?
- Riesgos radiológicos?

III.16.- Ha habido informes sobre contaminación del aire, de las aguas o por residuos sólidos debido a otras actividades en la zona del proyecto? especificar

III.17.- Existirán durante las etapas de construcción y operación del proyecto, niveles de ruido que pudieran afectar a las poblaciones cercanas a el?

---

III.18.- Existe un historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área del proyecto?

---

III.19.- Existen especies animales, vegetales (terrestres o acuáticos) en peligro de extinción o únicas, dentro del área del proyecto?

---

III.20.- Existe alguna afectación a los habitats presentes?

---

Describe en términos de su composición biológica, física y su grado actual de degradación.

III.21.- Es la economía del área exclusivamente de subsistencia?

III.22.- Cuál es el ingreso medio anual per cápita de los habitantes del área del proyecto en un radio de 10 km. en relación con el resto del país? Describa asimismo, los aspectos demográficos y socioeconómicos del área de interés.

III.23.- Creará el proyecto una demanda excesiva de:

- ( ) Fuerza de trabajo de la localidad?
- ( ) Servicios para la comunidad (vivienda y servicios en general)?
- ( ) Sistema de servicios públicos y de comunicaciones?
- ( ) Instalaciones o servicios de eliminación de residuos?
- ( ) Materiales de construcción?

III.24.- Cortará o aislará sectores de núcleos urbanos, vecindarios (barrios o distritos) o zonas étnicas o creará barreras que obstaculicen la cohesión y continuidad cultural de vecindarios?

III.25.- Además de los equipos de control de la contaminación del suelo, aire y agua, se tienen contempladas otras medidas preventivas o programas de contingencias para evitar el deterioro del medio ambiente?

#### IV.- INTEGRACION DEL PROYECTO A LAS POLITICAS MARCADAS EN EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO.

Este apartado se deberá desglosar de acuerdo con los distintos capítulos que conforman el Plan Nacional de Desarrollo y que tengan vinculación directa con el proyecto propuesto.

##### IV.1.- ETAPA DE CONSTRUCCION.

Materiales requeridos por etapa del proyecto

Material	Cantidad
----------	----------

IV.1.1.- Requerimiento de mano de obra.

IV.1.2.- CONSTRUCCION (DESGLOSE POR ETAPAS) Y MANTENIMIENTO.

IV.1.2.1.- Funcionarios.

IV.1.2.2.- Técnicos.

- IV.1.2.3.- Empleados.
- IV.1.2.4.- Obreros.
- IV.1.3.- Equipo requerido por etapa del proyecto (en cantidad, tiempo estimado de uso y descripción).
- IV.1.4.- Requerimiento de agua y energía:
  - IV.1.4.1.- Agua (origen, fuente, suministro, cantidad, almacenamiento).
  - IV.1.4.2.- Agua cruda.
  - IV.1.4.3.- Agua potable.
  - IV.1.4.4.- Electricidad (origen, fuente de suministro, potencia, voltaje).
  - IV.1.4.5.- Combustibles (origen, suministro, cantidad, características, almacenamiento).
- IV.2.- ETAPA DE OPERACION.
  - IV.2.1.- Descripción del proyecto (debiendo anexar diagramas de flujo y de bloques).
  - IV.2.2.- METABOLISMO INDUSTRIAL.
    - IV.2.2.1.- Descripción de líneas de producción, reacción principal y secundaria.
    - IV.2.2.2.- Materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso. (Especificando: sustancia, equipo de seguridad, cantidad o volumen y concentración).
    - IV.2.2.3.- Tipo de recipientes y/o envase de almacenamiento (Especificando características, tipo, dimensionamiento y cantidad o volumen por recipiente).
- IV.3.- SUSTANCIAS INVOLUCRADAS EN EL PROCESO.
  - IV.3.1.- COMPONENTES RIESGOSOS.
    - IV.3.1.1.- Porcentaje y nombre de componentes riesgosos.
    - IV.3.1.2.- Número CAS.
    - IV.3.1.3.- Número de Naciones Unidas.
    - IV.3.1.4.- Nombre del fabricante o importador.
    - IV.3.1.5.- En caso de emergencia comunicarse al teléfono o fax número: \_\_\_\_\_

IV.3.2.- PRECAUCIONES ESPECIALES.

IV.3.2.1.- Precauciones que deben ser tomadas en cuenta para el manejo y almacenamiento.

IV.3.2.2.- Especificar cumplimiento de acuerdo con la regulación de transporte.

IV.3.2.3.- Especificar cumplimiento de acuerdo a la reglamentación ecológica.

IV.3.2.4.- Otras precauciones.

IV.3.3.- PROPIEDADES FISICAS.

Datos de las sustancias peligrosas que se manejan como: materia prima, producto y subproducto.

IV.3.3.1.- Nombre comercial \_\_\_\_\_ Nombre químico \_\_\_\_\_

IV.3.3.2.- SINONIMOS \_\_\_\_\_

IV.3.3.3.- Fórmula química \_\_\_\_\_ Estado físico \_\_\_\_\_

IV.3.3.4.- Peso molecular \_\_\_\_\_ (gr/grmol).

IV.3.3.5.- Densidad a temperatura inicial (T1) \_\_\_\_\_ (gr/ml).

IV.3.3.6.- Punto de ebullición \_\_\_\_\_ (°C).

IV.3.3.7.- Calor de evaporización a (T2) \_\_\_\_\_ (cal/gr).

IV.3.3.8.- Calor de combustión (como líquido) \_\_\_\_\_ (BTU/lb).

IV.3.3.9.- Calor de combustión (como gas) \_\_\_\_\_ (BTU/lb).

IV.3.3.10.- Temperatura del líquido en proceso \_\_\_\_\_ (°C).

IV.3.3.11.- Volumen a condiciones normales \_\_\_\_\_ (ft).

IV.3.3.12.- Volumen del proceso \_\_\_\_\_ (gal).

IV.3.3.13.- Presión de vapor, (mmHg a 20°C).

IV.3.3.14.- Densidad de vapor, (aire=1).

IV.3.3.15.- Reactividad en agua.

IV.3.3.16.- Velocidad de evaporación, (butil-acetona=1).

IV.3.3.17.- Temperatura de autoignición.

IV.3.3.18.- Temperatura de fusión, (°C).

IV.3.3.19- Densidad relativa.

- IV.3.3.20.- Solubilidad en agua.
- IV.3.3.21.- Estado físico, color y olor.
- IV.3.3.22.- Punto de inflamación.
- IV.3.3.23.- Por ciento de volatilidad.
- IV.3.3.24.- Otros datos.

IV.3.4.- RIESGOS PARA LA SALUD.

- IV.3.4.1.- Ingestión accidental.
- IV.3.4.2.- Contacto con los ojos.
- IV.3.4.3.- Contacto con la piel.
- IV.3.4.4.- Absorción.
- IV.3.4.5.- Inhalación.
- IV.3.4.6.- Toxicidad

IDLH \_\_\_\_\_ (ppm o mg/m3)  
 TLV 8 horas \_\_\_\_\_ (ppm o mg/m3)  
 TLV 15 min. \_\_\_\_\_ (ppm o mg/m3)

- IV.3.4.7.- Daño genético: Clasificación de sustancias de acuerdo a las características carcinogénicas en humanos, por ejemplo Instructivo No. 10 de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social u otros. Especificar.

IV.3.5.- RIESGO DE FUEGO O EXPLOSION.

- IV.3.5.1.- Medios de extinción:
  - ( ) Niebla de agua.
  - ( ) Espuma.
  - ( ) Halon.
  - ( ) CO<sub>2</sub>.
  - ( ) Químico seco.
  - ( ) Otros.
- IV.3.5.2.- Equipo especial de protección, (general) para combate de incendio.
- IV.3.5.3.- Procedimiento especial de combate de incendio.
- IV.3.5.4.- Condiciones que conducen a un peligro de fuego y explosión no usuales.
- IV.3.5.5.- Productos de combustión.

- IV.3.5.6.- **Inflamabilidad:**  
    Límite Superior de Inflamabilidad (†).\_  
    Límite Inferior de Inflamabilidad (†).\_

IV.3.6.- **DATOS DE REACTIVIDAD.**

IV.3.6.1.- Clasificación de sustancias por su actividad química, reactividad con el agua, y potencial de oxidación.

IV.3.6.2.- Estabilidad de las sustancias.

IV.3.6.3.- Condiciones a evitar.

IV.3.6.4.- Incompatibilidad, (sustancias a evitar).

IV.3.6.5.- Descomposición de componentes peligrosos.

IV.3.6.6.- Polimerización peligrosa.

IV.3.6.7.- Condiciones a evitar.

IV.3.7.- **CORROSIVIDAD.**

Clasificación de sustancias por su grado de corrosividad.

IV.3.8.- **RADIOACTIVIDAD.**

Clasificación de sustancias por radioactividad.

IV.4.- **RESIDUOS PRINCIPALES (CARACTERÍSTICAS, VOLUMEN, EMISIONES ATMOSFÉRICAS, DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES).**

IV.4.1.- Residuos sólidos y líquidos:

Inocuos.

Peligrosos.

IV.4.2.- Metodología para su clasificación.

IV.4.3.- Sistema y tecnología de control y tratamientos (descripción general, características y capacidad).

IV.4.4.- Disposición final:(Volumen, composición y cuerpos receptores)

IV.4.5.- Aguas de proceso y servicio.

IV.4.6.- Factibilidad de reciclaje.



IV.4.7.- Uso del agua corriente abajo del proyecto (abastecimiento público, riesgo, recreo, deporte, habitat de especies acuáticas, únicas o valiosas). No contestar en caso de que la descarga se realice a la red de alcantarillado municipal.

#### IV.5.- CONDICIONES DE OPERACION

IV.5.1.- Características de instrumentación y control (debiendo incluir diagrama lógico de control y planos de tuberías e instrumentación).

IV.5.2.- Métodos usados y bases de diseño en el dimensionamiento y capacidad de los sistemas de relevo y venteo.

IV.5.3.- Equipos de proceso y auxiliares (descripción, características, tiempo estimado de uso y localización). Asimismo se deberán anexar diagramas de pátalos y arreglo general de la planta.

IV.5.4.- Asimismo se deberá incluir: (temperaturas extremas de operación, presiones extremas de operación y estado físico de las diversas corrientes del proceso).

IV.5.5.- Características del regimen de la instalación.

IV.5.6.- Características de los recipientes y/o envases para almacenamiento (tipo de recipientes y/o envases, diámetro del recipiente, tipo de material, capacidad y densidad máxima de llenado).

#### V.- RIESGO AMBIENTAL

V.1.- Antecedentes de riesgo del proceso.

V.2.- Determinar los puntos de riesgo, de todas las instalaciones, reportando la metodología empleada para su identificación.

V.2.1.- Jerarquizar los riesgos identificados.

V.3.- Describir los riesgos potenciales de accidentes ambientales por:

V.3.1.- Fugas de productos tóxicos o carcinogénicos.

V.3.2.- Derrame de productos tóxicos.

V.3.3.- Explosión.

V.3.4.- Modelación de el o los eventos probables máximos de

riesgo.

- V.4.- Descripción de medidas de seguridad y operación para abatir el riesgo.
- V.5.- Describir los dispositivos de seguridad con que se cuenta para el control de eventos extraordinarios.
- V.6.- Descripción de normas de seguridad y operación para captación y traslado de: materias primas, productos y subproductos utilizados que se consideran tóxicos, inflamables, explosivos, etc.
- V.7.- Descripción de rutas de traslado de sustancias que se consideren tóxicas, inflamables, explosivas, etc.
- V.8.- Descripción del entrenamiento para capacitación de los operarios de los transportes.
- V.9.- Descripción de riesgos que tengan afectación potencial al entorno de la planta, señalando el área de afectación en un plano de localización a escala 1:5000.
- V.10.- Definición y justificación de las zonas de protección alrededor de la instalación.
- V.11.- Respuesta a la lista de comprobaciones detallada de seguridad.
- V.12.- Descripción de auditorias de seguridad.
- V.13.- DRENAJES Y EFLUENTES ACUOSOS.
  - V.13.1.- Planos de distribución de drenajes.
  - V.13.2.- Diagrama de la instalación del sistema de segregación de drenajes.
  - V.13.3.- Frecuencia de monitoreo de la calidad fisicoquímica de los efluentes y parámetros analizados en los mismos.
  - V.13.4.- Registro y medición de los gastos volumétricos de los efluentes.
  - V.13.5.- Tratamiento o disposición actual de los efluentes.
  - V.13.6.- Manifiesto y condiciones particulares de descarga de efluentes.
  - V.13.7.- Colectores o cuerpos de agua de descarga de sus efluentes.

**VI.- CONCLUSIONES.**

**VI.1.-** Hacer un resumen de la situación general que presenta la planta o proyecto, en materia de riesgo ambiental, señalando las desviaciones encontradas.

**VI.2.-** Recomendaciones para corregir, mitigar, eliminar o reducir los riesgos identificados.

## I. DATOS GENERALES.

I.1

I.2

I.3

I.4

I.4.1

I.4.2

I.5

I.6

I.6.1

I.6.2

I.6.3

I.6.4

I.6.5

## II. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

II.1 Planta productora de etanol

II.1.1 Ver la siguiente documentación:

Justificación del proyecto

Bases de diseño

DFP

Descripción del proceso

Estimado de inversión

II.1.2 Ninguno

II.2 Veracruz, Pánuco, Zapoapita

II.2.1 No se ha adquirido el predio

II.2.2 Colinda con el ingenio de Zapoapita, el Estero de Topila y tierras de cultivo.

II.2.3 No se encuentra definido

II.2.4 Compra

II.2.5 Acceso terrestre y aéreo.

II.2.6 Se requiere de una planta de tratamiento de aguas y de desechos sólidos

II.3 Ingenio azucarero y campos de cultivo

II.4 Los que marca la Ley Federal del Trabajo

II.5 Los establecidos por la Cámara azucarera

II.6 Ninguna autorización oficial actualmente

III. ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONOMICO

III.1 No

III.2 Sí

III.3 Sí, Estero de Topila

III.4 No

III.5 No

III.6 No

III.7 Sí

III.8 No

III.9 No

III.10 No

III.11 No

III.12 No

- III.13 No
- III.14 Tierras cultivables
  - Actividades industriales
  - Centros urbanos
  - Cuerpos de agua
- III.15 Precipitaciones pluviales fuertes
- III.16 No
- III.17 No
- III.18 Sí, Paludismo y enfermedades gastrointestinales.
- III.19 No
- III.20 No
- III.21 Sí
- III.22 No se cuenta con ése dato
- III.23 Fuerza de trabajo de la localidad
  - Instalaciones de eliminación de residuos
  - Materiales de construcción
- III.24 No
- III.25 No

#### IV. INTEGRACION DEL PROYECTO A LAS POLITICAS MARCADAS EN EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO

- IV.1 Completo, se encuentran contenidos en el documento de ingeniería civil, en el documento de contratos y contratistas y el documento de bases de diseño
- IV.2 Ver los documentos de bases de diseño, DFP, balances de materia y energía y hojas de datos

IV.3.1

ETANOL

IV.3.1.1 95% en volumen

IV.3.1.4

IV.3.1.5

IV.3.2.1 Véase el capítulo II de éste documento

IV.3.2.2 Véase el capítulo II y IV de éste documento

IV.3.2.3 Véase el documento de especificación de manejo de los efluentes

IV.3.2.4 No ingerir, no encender llamas, mantener cerrados los recipientes que contengan etanol.

IV.3.3

PROPIEDADES FISICAS

IV.3.3.1 Alcohol etílico

Etanol

IV.3.3.2 Ninguno

IV.3.3.3  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

Líquido

IV.3.3.4 46 g/gmol

IV.3.3.5 0.799 g/mL a 25 °C

IV.3.3.6 78.4 °C a TPN

IV.3.3.7 195 Cal/g para 95% en volumen

IV.3.3.8 -326.70 kCal/gmol

IV.3.3.9 -336.82 kCal/gmol

IV.3.3.10 35 a 78.4 °C a 1 atm

IV.3.3.11 1.251 mL/g

IV.3.3.12 1.255 mL/g

IV.3.3.13 40 mmHg

IV.3.3.14 1113.03 mL/g

IV.3.3.15 Ninguna

IV.3.3.16 0.95

IV.3.3.17 363 °C

IV.3.3.18 -112 °C

IV.3.3.19 0.789 <sup>25/4</sup>

IV.3.3.20 soluble en todas proporciones

IV.3.3.21 Líquido, incoloro

IV.3.3.22 < 37.8 °C

IV.3.4 RIESGOS PARA LA SALUD

IV.3.4.1 Náuseas, dolor de cabeza, somnolencia, inhibe el sistema nervioso periférico y vómito.

IV.3.4.2 Irritación grave

IV.3.4.3 Ninguno

IV.3.4.4 Únicamente por sistema digestivo

IV.3.4.5 Si el vapor es concentrado y el período de exposición es largo, se pueden producir los efectos del punto 1

IV.3.4.6 1000 ppm en 8 horas

IV.3.4.7 No es cancerígeno y no produce daños genéticos

IV.3.5 RIESGOS DE FUEGO O EXPLOSION

IV.3.5.1 Espuma

Halón

CO<sub>2</sub>

IV.3.5.2 Véase el capítulo II de éste documento.

IV.3.5.3 Sólo en el caso del reactor a vacío

IV.3.5.4 La ruptura de tubería o equipo en presencia de equipo eléctrico mal instalado o que no se haga caso a los señalamientos de seguridad.

IV.3.5.5 CO<sub>2</sub> y agua



IV.3.5.6 Limite superior de inflamabilidad = 95%

Limite inferior de inflamabilidad = 30%

IV.3.6 DATOS DE REACTIVIDAD

IV.3.6.1 Poco reactivo, no reacciona con el agua y el potencial de oxidación es bajo

IV.3.6.2 Estable

IV.3.6.3 Recipientes abiertos, presencia de fuego como flamas o chispas

IV.3.6.4 Ninguna

IV.3.6.5 No existen

IV.3.6.6 No polimeriza

IV.3.7 No ataca al acero inoxidable ni al acero al carbón.

IV.3.8 No aplica

IV.4 RESIDUOS PRINCIPALES

Véase documento de efluentes

IV.5 CONDICIONES DE OPERACION

Véase documentos de diagrama de servicios auxiliares, requerimientos de servicios auxiliares y agentes químicos, DTI, circuito lógico de control y hojas datos

V. RIESGOS AMBIENTALES

Véase éste documento completo y el documento de circuito de desfogue

V.13 DRENAJES Y EFLUENTES ACUOSOS

VI.

CONCLUSIONES

Léase éste documento completo.

CONTENIDO

I Gaceta ecológica (74)

*Diario Oficial* de la Federación del 4 de agosto de 1988

**ACUERDO** por el que se expide la Norma Técnica Ecológica NTE-CCA-002/88, que establece los límites máximos permisibles y el procedimiento para la determinación de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos de agua, provenientes de la industria productora de azúcar de caña.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.—Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

MANUEL CAMACHO SOLIS, Secretario de Desarrollo Urbano y Ecología, con fundamento en los artículos 37 fracciones XVI y XVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1ª fracción VI, 5ª fracciones VIII y XV, 8ª fracciones VII y VIII, 36, 37, 117 fracción III, 119 fracción I inciso A y 123 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, he dictado acuerdo por el que se expide la Norma Técnica Ecológica NTE-CCA-002 88, que establece los límites máximos permisibles y el procedimiento para la determinación de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos de agua, provenientes de la industria productora de azúcar de caña, con base en los siguientes

### CONSIDERANDOS

Que la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, establece que todas las descargas de aguas residuales en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, deberán satisfacer las normas técnicas ecológicas que establezcan los límites máximos permisibles de contaminantes en dichas descargas, a fin de asegurar una calidad del agua satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Que para prevenir el deterioro ecológico en las principales cuencas hidroclógicas del país, se requiere controlar, entre otras, las descargas de aguas residuales del sector industrial.

Que la industria productora de azúcar de caña, genera desechos orgánicos e inorgánicos mezclados con aguas excedentes de los procesos de producción, así como aguas de servicio, las cuales, al ser descargadas en los cuerpos de agua, modifican las características fisicoquímicas y biológicas naturales de estos cuerpos, disminuyendo en consecuencia su capacidad de autodepuración.

Que por el tipo y la cantidad de contaminantes que caracterizan a las aguas residuales de la industria productora de azúcar de caña, sus descargas a los cuerpos de agua, además de impedir o limitar su uso, produce efectos adversos en los ecosistemas, por lo que es necesario fijar los límites máximos permisibles de contaminantes en estas descargas.

Que para la determinación de los límites máximos permisibles, se estudiaron las posibilidades técnicas de remoción de contaminantes que genera esta industria, de acuerdo con las experiencias nacionales y la bibliografía internacional al respecto. Asimismo, se consideró la factibilidad técnica y económica de instrumentar procesos de depuración por parte de los responsables de las descargas y la efectividad de estos procesos en el control de las fuentes generadoras.

Que es posible no rebasar los límites máximos permisibles fijados para la industria productora de azúcar de caña, con diferentes sistemas de tratamiento, que den resultados similares a los que se obtienen con la aplicación de los siguientes procesos: Neutralización, sedimentación, tratamiento biológico y separación de grasas y aceites.

Que en la determinación de los límites máximos permisibles de descarga participó la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

En mérito de lo anterior, he tenido a bien dictar el siguiente

### ACUERDO

**ARTICULO 1º**—Se expide la norma técnica ecológica NTE-CCA-002'88, que establece los límites máximos permisibles y el procedimiento para la determinación de contaminantes en las descargas de aguas residuales, provenientes de la industria productora de azúcar de caña.

**ARTICULO 2º**—Esta norma técnica ecológica es de orden público e interés social, así como de observancia obligatoria para la industria productora de azúcar de caña, que descargue aguas residuales en ríos, cuencas, cauces, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua.

**ARTICULO 3º**—Para los efectos de esta norma técnica ecológica se considerarán las definiciones con tenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y las siguientes:

*Aguas residuales:* Aquellas que provienen de los procesos de extracción, beneficio, transformación, generación de bienes de consumo o de sus actividades y servicios complementarios.

*Cuerpos de agua:* Aquellos que se encuentran contenidos en ríos, cuencas, cauces, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua que puedan recibir descargas de aguas residuales.

*Descarga:* Acción de verter aguas residuales en algún cuerpo de agua.

**ARTICULO 4º**—Los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales, provenientes de la industria productora de azúcar de caña, son los que se establecen en la siguiente tabla:

PARAMETROS	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES	
	promedio diario	instantáneo
pH (unidades de pH)	6 - 9	6 - 9
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/l)	60	72
Sólidos sedimentables (ml/l)	1	1.2
Grasas y aceites (mg/l)	20	24

ARTÍCULO 5º.—Además de los parámetros anteriores, serán incluidos en las condiciones particulares de descarga, los siguientes:

Temperatura	Alcalinidad
Sólidos disueltos	Nitrógeno

ARTÍCULO 6º.—El procedimiento para la obtención de los valores promedio diarios de contaminantes en las descargas de aguas residuales, se hará mediante el análisis de muestras compuestas que resultan de la mezcla de muestras instantáneas tomadas de acuerdo a la tabla siguiente:

Horas por día que opera el proceso generador de la descarga	Intervalo entre toma de muestras instantáneas (horas)
8	3
12	3
24	4

ARTÍCULO 7º.—Los límites máximos permisibles de coliformes totales, medidos como número más probable por cada 100 mililitros, en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria productora de azúcar de caña, considerando las aguas de servicio son:

a) 10,000 como límite promedio diario y 20,000 como límite instantáneo, cuando se permita el escurrimiento libre de las aguas residuales de servicios o su descarga a un cuerpo de agua, mezcladas o no con las aguas residuales del proceso industrial.

b) Sin límite, en el caso de que las aguas residuales de servicios se descarguen separadamente y el proceso para su depuración prevea su infiltración en terrenos de manera que no se cause un efecto adverso en los cuerpos de agua.

ARTÍCULO 8º.—Los métodos de prueba que se aplicarán para determinar los valores de los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales de la industria productora de azúcar de caña, son los contenidos en las normas oficiales mexicanas siguientes:

NOM-AA-3-1980	Aguas residuales - Muestreo.
NOM-AA-5-1980	Aguas - Determinación de grasas y aceites - Método de extracción Soxhlet.
NOM-AA-7-1980	Aguas-Determinación de la temperatura - Método visual con termómetro.

NOM-AA-8-1980 Aguas - Determinación de pH - Método potenciométrico.

NOM-AA-14-1980 Cuerpos receptores - Muestreo.

NOM-AA-26-1980 Aguas - Determinación de nitrógeno total - Método Kjeldahl.

NOM-AA-28-1981 Determinación de demanda bioquímica de oxígeno - Método de incubación por diluciones.

NOM-AA-34-1981 Determinación de sólidos en agua - Método gravimétrico.

NOM-AA-36-1980 Aguas - Determinación de acidez total y alcalinidad total - Método potenciométrico y volumétrico.

NOM-AA-42-1981 Análisis de aguas - Determinación del número más probable de coliformes totales y fecales - Método de tubos múltiples de fermentación.

## TRANSITORIO

UNICO.—El presente acuerdo entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el *Diario Oficial* de la Federación.

Ciudad de México, a 29 de julio de mil novecientos ochenta y ocho.—*Manuel Camacho Solís*.—Rúbrica.

*Diario Oficial* de la Federación del 4 de agosto de 1988

ACUERDO por el que se expide la Norma Técnica Ecológica NTE-CCA-003/88, que establece los límites máximos permisibles y el procedimiento para la determinación de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos de agua, provenientes de la industria de refinación de petróleo crudo, sus derivados y petroquímica básica.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.—Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

MANUEL CAMACHO SOLIS, Secretario de Desarrollo Urbano y Ecología, con fundamento en los artículos 37 fracciones XVI y XVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1º fracción VI, 5º fracciones VIII y XV, 8º fracciones VII y VIII, 36, 37, 117 fracción III, 119 fracción I inciso A y 123 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, he dictado acuerdo por el que se expide la Norma Técnica Ecológica NTE-CCA-003/88, que establece los límites máximos permisibles y el procedimiento para la determinación de contaminantes en las descargas de

Diario Oficial de la Federación del 4 de agosto de 1988

**ACUERDO** por el que se expide la Norma Técnica Ecológica NTE-CCA-007/88, que establece los límites máximos permisibles y el procedimiento para la determinación de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos de agua, provenientes de la industria de la cerveza y de la malta.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

**MANUEL CAMACHO SOLIS**, Secretario de Desarrollo Urbano y Ecología, con fundamento en los artículos 37 fracciones XVI y XVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1ª fracción VI, 5ª fracciones VIII y XV, 8ª fracciones VII y VIII, 36, 37, 117 fracción III, 119 fracción I inciso A y 123 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, he dictado acuerdo por el que se expide la Norma Técnica Ecológica NTE-CCA-007/88, que establece los límites máximos permisibles y el procedimiento para la determinación de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos de agua, provenientes de la industria de la cerveza y de la malta, con base en los siguientes:

### CONSIDERANDOS

Que la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, establece que todas las descargas de aguas residuales en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, deberán satisfacer las normas técnicas ecológicas que establezcan los límites máximos permisibles de contaminantes en dichas descargas, a fin de asegurar una calidad del agua satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Que para prevenir el deterioro ecológico en las principales cuencas hidroclimáticas del país, se requiere controlar, entre otras, las descargas de aguas residuales del sector industrial.

Que la industria de la cerveza y de la malta, genera desechos orgánicos e inorgánicos mezclados con aguas excedentes de los procesos de producción, así como aguas de servicio, las cuales, al ser descargadas en los cuerpos de agua modifican las características fisicoquímicas y biológicas naturales de estos cuerpos, disminuyendo en consecuencia su capacidad de autodepuración.

Que por el tipo y la cantidad de contaminantes que caracterizan a las aguas residuales de la industria de la cerveza y de la malta, sus descargas a los cuerpos de agua, además de impedir o limitar su uso, produce efectos adversos en los ecosistemas, por lo que es necesario fijar los límites máximos permisibles de contaminantes en estas descargas.

Que para la determinación de los límites máximos permisibles, se estudiaron las posibilidades técnicas de remoción de contaminantes que genera esta industria, de acuerdo con las experiencias nacionales y la bibliografía internacional al respecto. Asimismo, se consideró la factibilidad técnica y económica de instrumentar procesos de depuración por parte de los responsables de las descargas y la efectividad de estos procesos en el control de las fuentes generadoras.

Que es posible no rebasar los límites máximos permisibles fijados para la industria de la cerveza y de la malta, con diferentes sistemas de tratamiento, que den resultados similares a los que se obtienen con la aplicación de los siguientes procesos: Neutralización, igualación, sedimentación y tratamiento biológico.

Que en la determinación de los límites máximos permisibles de descarga participó la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

En mérito de lo anterior, he tenido a bien dictar el siguiente

### ACUERDO

**ARTICULO 1º**—Se expide la norma técnica ecológica NTE-CCA-007/88, que establece los límites máximos permisibles y el procedimiento para la determinación de contaminantes en las descargas de aguas residuales, provenientes de la industria de la cerveza y de la malta.

**ARTICULO 2º**—Esta norma técnica ecológica es de orden público e interés social, así como de observancia obligatoria para la industria de la cerveza y de la malta, que descargue aguas residuales en ríos, cuencas, cauces, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua.

**ARTICULO 3º**—Para los efectos de esta norma técnica ecológica se considerarán las definiciones contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y las siguientes:

*Aguas residuales:* Aquellas que provienen de los procesos de extracción, beneficio, transformación, e innovación de bienes de consumo o de sus actividades y servicios complementarios.

*Cuerpos de agua:* Aquellos que se encuentran contenidos en ríos, cuencas, cauces, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua que puedan recibir descargas de aguas residuales.

*Descarga:* Acción de verter aguas residuales en algún cuerpo de agua.

**ARTICULO 4º**—Los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales, provenientes de la industria de la cerveza y de la malta, son los que se establecen en la siguiente tabla:

PARAMETROS	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES	
	promedio diario	instantáneo
pH (unidades de pH)	6 - 9	6 - 9
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/l)	20	240
Sólidos suspendidos totales (mg/l)	200	2400
Sólidos sedimentables (ml/l)	1	1.2
Grasas y aceites (mg/l)	30	36

ARTICULO 5.—Además de los parámetros anteriores, serán incluidos en las condiciones particulares de descarga, los siguientes:

Temperatura	Demanda química de oxígeno
Alcalinidad	Color
Sólidos disueltos	Turbiedad

ARTICULO 6.—El procedimiento para la obtención de los valores promedio diarios de contaminantes en las descargas de aguas residuales, se hará mediante el análisis de muestras compuestas que resultan de la mezcla de muestras instantáneas tomadas de acuerdo a la tabla siguiente:

Horas por día que opera el proceso generador de la descarga	Intervalo entre toma de muestras instantáneas (horas)
8	3
12	3
24	4

ARTICULO 7.—Los límites máximos permisibles de coliformes totales, medidos como número más probable por cada 100 mililitros, en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria de la cerveza y de la malta, considerando las aguas de servicio son:

a) 10,000 como límite promedio diario y 20,000 como límite instantáneo, cuando se permita el escurrimiento libre de las aguas residuales de servicios o su descarga a un cuerpo de agua, mezcladas o no con las aguas residuales del proceso industrial.

b) Sin límite, en el caso de que las aguas residuales de servicios se descarguen separadamente y el proceso para su depuración prevea su infiltración en terrenos de manera que no se cause un efecto adverso en los cuerpos de agua.

ARTICULO 8.—Los métodos de prueba que se aplicarán para determinar los valores de los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales de la industria de la cerveza y de la malta, son los contenidos en las normas oficiales mexicanas siguientes:

- NOM-AA-3-1980 Aguas residuales - Muestreo.
- NOM-AA-5-1980 Aguas - Determinación de grasas y aceites - Método de extracción Soxhlet.
- NOM-AA-7-1980 Aguas - Determinación de la temperatura - Método visual con termómetro.
- NOM-AA-8-1980 Aguas - Determinación de pH - Método potenciométrico.
- NOM-AA-14-1980 Cuerpos receptores - Muestreo.
- NOM-AA-17-1980 Aguas - Determinación de color - Método espectrofotométrico.
- NOM-AA-28-1981 Determinación de demanda bioquímica de oxígeno - Método de incubación por diluciones.
- NOM-AA-30-1981 Análisis de agua - Demanda química de oxígeno - Método de reflujo del dicromato.
- NOM-AA-34-1981 Determinación de sólidos en agua - Método gravimétrico.
- NOM-AA-36-1980 Aguas - Determinación de acidez total y alcalinidad total - Método potenciométrico y volumétrico.
- NOM-AA-38-1981 Análisis de agua - Determinación de la turbiedad en agua - Método turbidimétrico de la bujía patrón.
- NOM-AA-42-1981 Análisis de aguas - Determinación del número más probable de coliformes totales y fecales - Método de tubos múltiples de fermentación.

## TRANSITORIO

UNICO.—El presente acuerdo entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el *Diario Oficial* de la Federación.

Ciudad de México, a 29 de julio de mil novecientos ochenta y ocho.—*Manuel Camacho Solís*.—Rúbrica.

*Diario Oficial* de la Federación del 6 de junio de 1988

ACUERDO por el que se expide la Norma Técnica Ecológica NTE-CCA-008/88, que establece los límites máximos permisibles y el procedimiento para la determinación de contaminantes en las descargas de aguas residuales, provenientes de la industria de fabricación de asbestos de construcción, en cuerpos de agua.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.—Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

## BIBLIOGRAFIA

1. Honig, Pieter. "Principios de la tecnología azucarera", Ed. CECSA, 3ra edición (tomos I y III), 1977.
2. Meade, P. G., Chen, J. "cane sugar handbook", Ed. John Wiley, 10 th ed., 1977.
3. Payne, J. H., "Sugar Cane Factory Analytical Control", Elsevier publishing company, 1968.
4. Baikow, V. E., "Manufacture and refining of raw cane sugar", Elsevier publishing company, 1967.
5. Geankoplis, Ch. J., "Procesos de transporte y operaciones unitarias", Ed. CECSA, 1986.
6. Kern, D. Q. "Process heat transfer", Ed. Mc Graw Hill, 1965.
7. Treybal, R. E., "Mass-transfer operations", Ed. Mc Graw Hill, New York, 1980.
8. Perry, R., Green, D. W., "Perry's Chemical Engineers' handbook", Ed. Mc Graw Hill, 6th ed., 1988.
9. Henley, E., Rosen, E., "Cálculos de balances de materia y energía", Ed. Reverté, 1978.
10. Walas, S., "Chemical process equipment: selection and design", Ed. Butterworth-Hainemann, (c1990)
11. Aiba, S., "Biochemical Engineering", Ed. Academic press, 2nd ed., 1973.
12. Crane, "Flow of Fluids, through valves, fittings and pipe", CRANE, 1986.
13. Peters and timmerhaus, "Plant design and economics for chemical engineers", Ed. Mc Graw Hill, 4th ed.



14. Marshall, j. et al., "solid-liquid separation", Chem. Eng., 139-162, June 20, 1966.
15. Flood, J. et al. "Filtration practice today", Chem. Eng., 163-189, June 20, 1966.
16. Flood, J., "Centrifugation Equipment", Chem. Eng., 190-199, June 20, 1966.
17. Saunders, E., "Heat Exchangers: selection, design and construction", G. B.: Longman Scientific and technical (c1988).
18. Doolin, J, et al., "Pumping difficult fluids", Chem. Eng., 67-79, December 1991.
19. Bosworth, M., "Dilute-phase pneumatic conveying: Instrument selection guide.", Chem. Eng., 166-172, September 1991.
20. Baasel, W., "Preliminary chemical engineering plant design", Ed. Van Nostrand Reinhold, (c1990).
21. Luyben, W., "Process modeling, simulation and control for chemical engineers", Ed. Mc Graw Hill, 2nd ed., (c1990).
22. Rase, H. and Barrow, M., "Ingeniería de proyectos para plantas de proceso", Ed. CECSA, (c1973).
23. Daugulis A. J. et al., "The economics of ethonol production by extractive fermentation", The Canadian Journal of chemical engineering, Vol. 69 April (1991)
24. Maiorella B. et al., "Alcohol production and recovery", Advance in Biochemical engineering, Vol. 20
25. INEGI, "La industria química en México", 1992
26. Azúcar, S.A. de C.V., "Estadísticas azucareras", 1990

27. Economics indicators. Chemical Engineering March 1993
28. Anuario Estadístico del Edo. de Veracruz  
Gobierno del Edo. de Veracruz  
INEGI  
Edit. 1992
29. Climas de Veracruz  
Instituto de geografía, UNAM
30. Precipitación y probabilidad de la lluvia en la república Mexicana y su evaluación  
Secretaria de la Presidencia  
CETENAL
31. Gerald. R Cysewski y Charles R. Wilke  
Process design and economic studies of alternative fermentation methods for the production of ethanol  
Biotechnol. Bioeng. (1978)
32. Comisión Federal de Electricidad  
"Manual de diseño de obras civiles"  
México, D.F. (1969)
33. Anuario Estadístico del Estado de Veracruz  
INEGI y Gobierno del Estado de Veracruz  
(1992)
34. Climas de Veracruz  
Instituto de geografía UNAM  
(1992)
35. Tarjetas de resumen mensuales y anuales  
Centro meteorológico de la ciudad de México  
(1993)

36. Robert H. Perry y Don Green  
Perry's Chemical Engineers' Handbook  
Mc.Graw-Hill (1990)
37. Journal of the American water works association  
38 (1946) Pags. 167 - 178
38. Leeden, F., Troise, F.  
"The water encyclopedia"  
Lewis publishes, second ed. (1990)  
Michigan, U.S.A.
39. Quintero Ramírez Rodolfo  
"Ingeniería Bioquímica, teoría y aplicaciones"  
Editorial Alhambra mexicana. Primera ed. (1981)  
México, D.F.
40. Wang, D., Cooney, Ch. et. al.  
"Fermentation and enzyme technology"  
John Wiley and sons, (1979)  
New York, U.S.A.
41. Instructivos del Reglamento General de Seguridad e  
Higiene en el Trabajo (1,2,4,5,9,10,15,16,17,20, y  
22), IMSS, 1992
42. Lees, Frank P., "Loss prevention in the process  
industries", Vol. 1 and 2, Butterworth-Heinemann, 1991
43. Código NFPA 497A, 497B, 497M, Artículo 470A-510, 1992,  
10, 20, 1984, 11, 14, 1985
44. ASME Div. I, Secc. VIII
45. TEMA "B"
46. J.R.A. Pollock  
Brewing Science, Vol. II  
Academic Press, Londres, 1981

47. Green, J., Kramer, A.  
Food processing waste management  
AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut,  
1979
48. Manual azucarero mexicano, 1993  
36ª Edición, FINASA
49. Informe General sobre la Industria Alcohólica  
Nacional, 1990  
FINASA
50. Perspectivas para un mayor desarrollo del alcohol  
etilico en los ingenios, 1986  
Azucar, S.A. de C.V.
51. Criterios heurísticos aplicados a diseño de tuberías  
(Tesis), 1985, Rivero Rodríguez Ricardo, UNAM.
52. Castellanos Fernández, Julián, "Anatomía y mercado de la  
ingeniería de proyecto", Educación química, 16-23, Enero,  
1990
53. NOM-V-34-1980
54. Datos estadísticos del etanol, BANCOMEXT, 1993
55. Guerrero Reynoso, José Luis, "Fabrica de alcohol",  
FINASA, 1980
56. Municipios de Veracruz, INEGI
57. Municipios de Tampico, INEGI
58. Municipios de San Luis Potosí, INEGI
59. Apuntes del curso de Ingeniería de servicios del  
Prof. Mandoki, Facultad de química, UNAM, 1993
60. Manual de prácticas de balances de materia y energía,  
Facultad de química, UNAM, 1990
61. Apuntes del curso de Ingeniería de servicios del  
Prof. Mondragón, Facultad de química, UNAM, 1993

62. Apuntes del curso de Ingeniería de proyectos del Prof. Texta, Facultad de química, UNAM, 1993
63. Código API 520, 521, 1976
64. Walas, Stanley M., "Phase equilibria in chemical engineering", Butterworth, 1985
65. Apuntes del curso de Ingeniería de proyectos del Prof. Sierra, Facultad de química, UNAM, 1993
66. Cuaderno de posgrado número 22, "Diseño de equipo II", Facultad de química, UNAM, 1986
67. Backhurst, J. R., "Process plant design", Heinemann, 1973
68. Advanced process engineering, AIChE monograph series, No.13, Vol. 76
69. Apuntes del curso de Selección y especificación de equipo del Prof. Montes, Facultad de química, UNAM, 1992
70. Fawcett, Howard H., "Safety and accident prevention in chemical operations", John Wiley and Sons, 1965
71. Rodríguez Marín, Juan, "Diseño del sistema de desfogue y cálculo de válvulas de seguridad", IMP
72. Walas, Stanley, "Process equipment: selection and design", Butterworth, 1986
73. Ludwig, Ernest E., "Applied process design for chemical and petrochemical plants", Gulf Publishing Co., 1964, Vol. I
74. Gaceta ecológica número II, INE, 1989