



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**



**EVALUACION TECNICA Y ANALISIS ENERGETICO DE
FUENTES ALTERNAS DE ENERGIA ELECTRICA (EOLICA-
SOLAR) PARA UNA PLANTA DE ALQUILBENCENSULFONATO
DE SODIO A.B.S.S. (DETERGENTE ALQUILADO)**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A :
ISMAEL NUÑEZ BARRON

ASESOR : I. Q. RAFAEL GARCIA NAVA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MÉX.

1993

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	PAGINA
- Introducción	1
CAPITULO I	
- Objetivos	3
- Importancia del tema para la ingeniería química dentro del marco industrial nacional.	4
CAPITULO II	
- Antecedentes:	6
. Crecimiento, demanda y utilidad de los detergentes	7
. Clasificación de los detergentes	13
- Análisis y descripción de diferentes procesos para la manufactura de detergentes:	17
. Dodecibenceno	17
. Alquibenceno lineal (LAB)	22
- Selección del proceso - proyecto	25
CAPITULO III	
- Generalidades del proceso	26
Por etapas:	
. Alquilación	28
. Sulfonación	33
. Neutralización y adición de constructores	45
. Variables que afectan la calidad de los detergentes	52

CAPITULO IV

- Ingeniería Básica y de Detalle	55
. Bases de Diseño	56
. Diagrama de Flujo de Proceso	63
. Descripción de Proceso	63
. Balance de Materia y Energía	71
. Lista de Equipo	78
. Criterios de Diseño	83
. Hojas de Datos de Equipos:	92
.. Torres de Destilación	
.. Reactores	
.. Tanques Acumuladores y Separadores	
.. Tanques de almacenamiento	
.. Bombas	
. Diagrama de Tubería e Instrumentación	92
. Plano de Localización General	93
. Requerimiento de Servicios Auxiliares:	94
.. Agua de enfriamiento	
.. Energía eléctrica	
.. Aceite de calentamiento	
.. Catalizador	
. Diagrama de Servicios Auxiliares	95

CAPITULO V

Fuentes Alternas de Energía Eólica-Solar 96

Solar

A.- Generalidades:	97
. Funcionamiento de una unidad solar	101
. Constitución de una celda solar	103
. Factores que determinan el tamaño de la red solar.	103
B.- Aplicación:	104
. Utilidad de los sistemas solares	104
. Disponibilidad y tamaños en el mercado	105
- Sistemas fotovoltaicos	106
. Sistema independiente de corriente continua	107
. Sistema independiente de corriente continua y alterna.	107
. Sistema independiente de Corriente alterna	108
. Combinación de sistema fotovoltaico y generador.	109
. Sistema de acoplamiento con la red pública	110
. Sistema de interconexión con la red pública	111
C.- Almacenamiento de la energía e inversión de la corriente:	112
. Acumuladores	112
. Tamaño de las baterías	113

. Capacidad de almacenamiento	113
. Carga y descarga de acumuladores	114
. Efecto de la temperatura ambiente	115
- Inversores de corriente	116
. Factores a considerar para la selección de un inversor.	117
- Instalación de módulos solares	118
- Instalación de los acumuladores	122
<u>Eólica</u>	
A.- Generalidades	124
. Capacidad de las instalaciones a nivel mundial	124
. Factores que contribuyen a la generación de la energía eléctrica.	126
B.- Operación y dispositivos de generación eólica	126
. Operación típica de un aero-generador	126
- Componentes de un sistema de generación eólica:	128
. Propulsores	129
. Sistema de almacenamiento	129

CAPITULO VI

Anteproyecto Energético : Solar - Eólico	133
I Solar	133
I Etapas de diseño:	134
- Determinación de los amperios-hora consumidos diariamente por aparatos de corriente alterna y continua.	134

- Determinación del tamaño de la red fotovoltaica	135
- Determinación del tamaño de la batería de los acumuladores.	136
II Cálculo de la unidad solar	139
III Estimado económico	144
II Eólica	147
I Secuencia de cálculo y estimado de la unidad eólica.	147
II Almacenamiento de la energía producida	153
III Estimado económico	154
III Comparación Técnica y Aspectos Técnicos	157
Conclusiones	160
Bibliografía	165

INTRODUCCION

El presente trabajo realiza un estudio detallado del abastecimiento de energía eléctrica a una Planta industrial productora de detergentes, por medio del uso de fuentes alternas de energía del tipo natural, en una forma lo más completa posible.

Para tal finalidad es necesario llevar a cabo de manera sencilla la elaboración de diferentes documentos de ingeniería básica y de detalle.

Cabe mencionar que al planear el presente estudio, no se consideraba la elaboración de los documentos de ingeniería básica y de detalle; sin embargo, para pensar en abastecer a una Planta de alquilbencensulfonato de sodio (ABSS), detergente alquilado no biodegradable, de energía eléctrica, por medio del uso de fuentes alternas de energía de una manera realista, es necesario conocer la capacidad para la cual se proyectará, lo cual implica saber la demanda de energía eléctrica de la misma, por lo que es necesario estimar y calcular esos consumos energéticos; es así como nace la necesidad de realizar de manera más completa la ingeniería básica y de detalle, haciendo mucho énfasis en lo relacionado al proceso.

En lo referente al abastecimiento y suministro de energía eléctrica por medio de fuentes alternas, se hace hincapié solamente en las del tipo eólico y solar.

Sobre éstas se hace un análisis de las mismas por separado, para que, al finalizar el trabajo, se opte por decidir y seleccionar la fuente que en base a su economía y otros factores de operación, suministre adecuadamente la energía eléctrica para poder operar la planta.

Posteriormente, en el análisis correspondiente de cada una de las 2 alternativas energéticas (eólica-solar) se detallará de manera clara y precisa la filosofía de operación, tipos y características generales, para que en función de estos aspectos, se pueda definir y seleccionar la configuración y tipo de unidad más adecuada. Esta selección también se realiza tomando en cuenta las condiciones atmosféricas y climatológicas, las cuales son de gran importancia para la operación de las Plantas generadoras de energía.

Por último también se especificarán materiales de construcción tanto para equipos de proceso como para las unidades energéticas.

CAPITULO I

Este capítulo inicial tiene como finalidad dar una visión general y completa del porque surgió el proyecto, cómo se va a ejecutar y qué es lo que se espera al final del mismo.

OBJETIVOS:

- Abastecer energéticamente a la planta de ABSS por medio del uso de fuentes alternas de energía eléctrica.
- Seleccionar la alternativa energética más rentable, tanto desde el punto de vista operacional como del económico.
- Diseñar de la manera más completa posible las unidades energéticas, realizando la selección de los dispositivos necesarios.
- Mostrar de manera sencilla y clara las diferentes etapas de proceso y su integración.

Para poder abastecer de energía eléctrica a la Planta de detergentes, es necesario :

- Realizar la ingeniería básica y de detalle a la planta de detergente alquilado (ABSS).

Esto último punto, es necesario evaluarse como un medio para poder satisfacer los objetivos definidos anteriormente.

IMPORTANCIA DEL TEMA PARA LA INGENIERIA QUIMICA
DENTRO DEL MARCO INDUSTRIAL NACIONAL

El presente trabajo está realizado para una industria productora de detergentes, en el se muestra de manera sencilla y objetiva, la labor del ingeniero químico, el cual concibió, planeó y desarrolló en diversos documentos la ingeniería básica y de detalle para la planta de alquilbencensulfonato de sodio (ABSS) detergente alquilado no biodegradable.

De vital importancia para la ingeniería química es el problema de la conservación, generación y transformación de la energía, es por ello, que el presente trabajo tiene la finalidad de plantear y mostrar de manera sencilla el aprovechamiento de la energía generada por fuentes alternas, y su aplicación en la industria petroquímica.

Como una posibilidad de generación y abasto de energía eléctrica para los próximos años, a la industria nacional, y a la población, surge la necesidad de analizar, evaluar y en su momento utilizar fuentes alternas de energía eléctrica naturales.

Los siguientes puntos justifican y hacen posible que en un tiempo no muy distante se tenga que hacer uso de la energía eléctrica generada por fuentes alternas, estos son como sigue:

- La elevada demanda de energía por parte del sector público (población), consecuencia de un elevado crecimiento demográfico.
- El acelerado crecimiento industrial.
- Los efectos contaminantes de las plantas de generación convencionales que hoy en día operan en México.
- La capacidad de las plantas convencionales que operan en la actualidad es insuficiente.

Es por esto que el presente trabajo presenta una alternativa energética de abasto de energía a una planta industrial.

Las fuentes alternas de energía comparadas con las convencionales presentan las siguientes características:

- a.-Economía relativamente más baja, lo cual implica menos costo comparadas frente a las fuentes convencionales.
- b.-Ocupan poca extensión debido a su tamaño.
- c.-Garantizan abasto continuo, debido a la capacidad de almacenamiento de las mismas.
- d.-No presentan efectos contaminantes sobre el medio ambiente.
- e.-Su operación es fácil y su desarrollo eficiente comparado con las fuentes convencionales.

CAPITULO II

ANTECEDENTES

Una vez definidos en el capítulo anterior los objetivos, y alcances que se esperan al final del presente trabajo. En este capítulo se definirá qué son los detergentes, su utilidad en la vida cotidiana e industrial y se mostrarán diferentes alternativas de producción de detergentes alquilados vía dodecibenceno, con la finalidad de seleccionar la que resulte más práctica de aplicar en México.

Además se establecen diferentes estadísticas de mercado en lo que refiere a su producción, consumo, demanda, importaciones, exportaciones y ventas para poder definir en capítulos posteriores la capacidad de la planta en análisis.

CRECIMIENTO, DEMANDA Y UTILIDAD DE LOS DETERGENTES

Para poder establecer la demanda que existe en el mercado por parte de los consumidores en lo que respecta a detergentes alquilados, es necesario mencionar que ésta se definió para el presente trabajo en función del dodecilbenceno, el cual es usado como materia prima principal para la manufactura de dodecilbencen-sulfonato de sodio, detergente no-biodegradable (cadena ramificada).

En lo que respecta al mercado nacional esta demanda se presenta en función del consumo aparente anual. Se ha logrado ver que la tendencia de consumo de dodecilbenceno anual es como sigue:(ver gráfica No. 1)

ANO	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
M.T. DDB	84	90	93	111	107	100	101	109	112	125	138

De los datos anteriores se puede observar que el comportamiento ha sido a la alza, es decir, día a día el mercado nacional demanda más detergente alquilado (DDB). Tal es la demanda que podemos decir que en esta década (1979-1989) el incremento se ha dado en un 60.8% más respecto al consumo de 1979.

En base a lo anterior se espera que para los próximos años la demanda se mantenga en los niveles promedio de la década anterior (106 M.T.), pero se espera que crezca en un rango de 10-15% respecto a la cantidad consumida en 1989.

Como resultado de los consumos de la pasada década, se obtuvieron utilidades económicas notables y crecientes de un año a otro en función de la devaluación de la moneda frente al dólar, dichos valores de la ventas internas se muestran a continuación:(ver gráfica No. 2)

AÑO	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
MMS	0.6	0.6	0.6	1.5	5.5	9.4	14.1	28.1	53.3	127	156

Hasta el momento sólo se ha visto la demanda de consumos internos, pero no se ha hablado de la capacidad de producción anual para poder definir si se es autosuficiente en dodecibenceno. Si es así, tal vez estaría México en la posibilidad de poder exportar el dodecibenceno excedente del mercado nacional. En cambio, si no fuese así, se tendría que importar dodecibenceno para satisfacer la demanda del mercado nacional.

Para definir lo anterior, analizaremos los datos de producción y consumo de la década 1979-1989, de la siguiente manera:(ver gráfica No. 3)

AÑO	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
PROD M.T.	63	55	60	62	57	51	61	103	98	111	128
CONS M.T.	84	90	93	111	107	100	101	109	112	125	138

Además se sabe que: Consumo - Producción = Importación

De lo anterior se ve que México no está en posibilidad de exportar, debido a que tiene un déficit de dodecibenceno anual que tendrá que ser abastecido por medio de importaciones del mismo.

El déficit anual para la década de 1979-1989 se muestra a continuación:(ver gráfica No. 4)

TABLA: Deficit de detergente alquilado por año

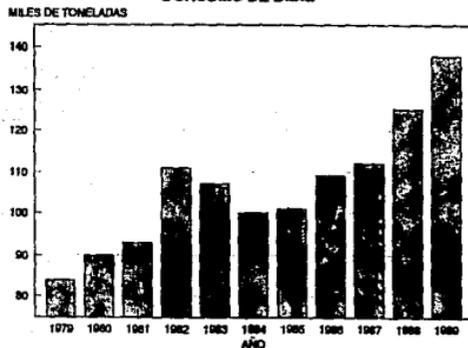
AÑO	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
DEF. M.T.	21	35	33	49	50	49	40	6	14	14	10

Las cantidades mostradas en esta tabla representan las cantidades de dodecibenceno respectivas que tendrán que importarse para el abasto nacional.

El presente trabajo tiene como función primordial el presentar un proyecto para abatir de manera considerable estas importaciones, aportando alrededor del 60% de lo consumido en el último año de la década 1979-1989.

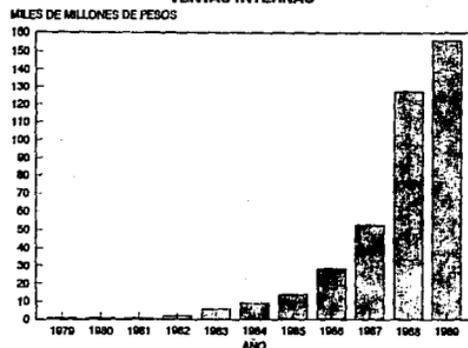
ESTADÍSTICAS DE MERCADO DE D.D.B EN LA DECADA DE 1979-1989

CONSUMO DE D.D.B



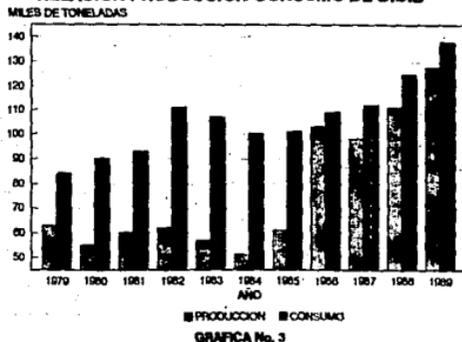
GRAFICA No. 1

VENTAS INTERNAS



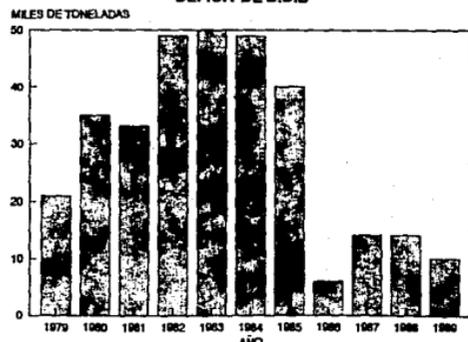
GRAFICA No. 2

RELACION PRODUCCION-CONSUMO DE D.D.B



GRAFICA No. 3

DEFICIT DE D.D.B



GRAFICA No. 4

La demanda de detergentes alquilados ha sido tal que ha crecido notablemente en los últimos años y como consecuencia de la demanda nacional ha surgido la necesidad de crear nuevas plantas productoras de dodecibenceno, ubicadas a lo largo del territorio nacional, principalmente costeadas por Petróleos Mexicanos (PEMEX), muchas de ellas en la actualidad están ya operando, mientras que otras están en etapa de proyección.

Para poder establecer o proyectar nuevas plantas de dodecibenceno es necesario contar con la infraestructura económica y tecnológica así como con la disponibilidad de materias primas, por lo que se hace necesario pensar que si se va a construir una nueva planta de dodecibenceno también se construyan nuevas plantas productoras de materias primas (benceno y dodeceno), de capacidad tal que satisfaga a la de dodecibenceno y en parte a las exigencias del mercado nacional.

Entre las instalaciones planeadas y proyectadas en la década de los 70's se encontraban las que se mencionan a continuación en la tabla I, las cuales en la actualidad ya están operando:

TABLA I

PRODUCTO	CAP. NOM.	LOCALIZACION	STATUS	FECHA. AR
BENCENO	299,000 TON/AÑO	CANGREJERA VERACRUZ, MEXICO	OPERACION	1979
DODECENO	80,000 TON/AÑO	SN. MARTIN TEX. PUEBLA, MEXICO	OPERACION	1980
D.D.B.	70,000 TON/AÑO	SN. MARTIN TEX. PUEBLA, MEXICO	OPERACION	1980

Estas plantas con su producción están en la capacidad de abatir de manera considerable la demanda de materias elaboradas, pero aun así no se evita la importación de petroquímicos como el dodecibenceno (DDB).

Cabe señalar que a la par de las plantas mencionadas en la tabla anterior, ya existían desde mucho antes operando en diferentes centros petroquímicos algunas plantas conocidas, como las que se listan a continuación en la tabla II.

TABLA II

PRODUCTO	CAPACIDAD NOMINAL	LOCALIZACION	STATUS	INICIO DE OPERACION
BENCENO	47,600 TON/AÑO	MINATITLAN, VER.	OPERACION	1964
BENCENO	71,000 TON/AÑO	MINATITLAN, VER.	OPERACION	1967
DODECENO	28,000 TON/AÑO	AZCAPOTZALCO, D.F.	OPERACION	1959
DODECENO	24,000 TON/AÑO	CD. MADERO, TAMPS.	OPERACION	1962
D.D.B.	28,000 TON/AÑO	ATZCAPOTZALCO, D.F.	OPERACION	1959
D.D.B.	24,000 TON/AÑO	CD. MADERO, TAMPS.	OPERACION	1962

Las cuales nutrian al mercado nacional de materias primas antes de entrar en operación las plantas de la tabla I.

Aún así puede verse que la capacidad de producción de DDB de las plantas listadas en las tablas I y II, que es de 122,000 toneladas por año, no satisface el consumo total de los dos últimos años (1988-1989).

Para poder hablar de utilidad de los detergentes es necesario primero definirlos y como tal podemos decir que son agentes limpiadores o composiciones limpiadoras que manifiestan su acción removiendo suciedad y mugre.

El fenómeno que efectúan es conocido como detergencia, el cual se basa en el poder limpiador del detergente y en las propiedades químicas y físicas del mismo (fisicoquímica de superficies).

La detergencia se da como resultado de la interacción a nivel superficial de la parte hidrofílica del detergente en el medio acuoso y de la parte hidrofóbica en la suciedad o mugre a remover por el detergente.

CLASIFICACION DE DETERGENTES

Una vez definidos los detergentes y su acción es necesario clasificarlos, para ello se sabe que los detergentes se clasifican en base a:

- 1.- Su composición química
- 2.- Su estado físico
- 3.- Su aplicación
- 4.- Al substrato para el cual es preparado

A su vez, según su composición química estos pueden clasificarse en:

- a.-) Jabonosos b.-) Sintéticos c.-) Alkalinos

Según su estado físico se clasifican en:

- a.-) Líquido b.-) Polvo c.-) Barra

La aplicación es importante ya que según el uso que se le vaya a dar es la misma, así es como podemos tener detergentes para limpiar productos textiles y materiales fibrosos, detergentes para "superficies duras", como metales, objetos de cerámica, vidrio, plásticos, etc. y detergentes para la piel, llamados detergentes sintéticos.

En general podemos decir que sólo existen en el mercado dos tipos de detergentes, industriales y domésticos, lo que marca la diferencia entre unos y otros radica en la composición, aditivos químicos, mejoradores de calidad que son usados durante su preparación. Lo que define su utilidad es dónde y para qué se van a usar.

Las numerosas sustancias que se usan en las fórmulas de los detergentes pueden ubicarse en cualquiera de los siguientes grupos:

- **Surfactantes:**

Abarca los jabones y sustancias sintéticas de superficie activa.

- **Sales, ácidos y bases orgánicas:**

Estos componentes ayudan a la obtención de la detergencia de la mezcla.

- **Reforzadores orgánicos, vigorizadores o aditivos:**

Aumentan la detergencia, el poder espumante, el poder emulsivo o el efecto dispersor de la composición sobre las partículas de suciedad.

- **Aditivos para fines especiales:**

Aditivos para blanqueo, brillo, bactericidas, emolientes es decir, sustancias que modifican o mejoran la forma física o la estabilidad del detergente.

Como pudo notarse anteriormente las clasificaciones y usos de los detergentes son diversos, por tal razón es común encontrarlos en el mercado agrupados en dos tipos: industriales y domésticos. Para la fabricación de detergentes se usan procesos muy semejantes, los cuales sólo difieren en la materia prima que se usa como base, es decir, las olefinas. Del tipo de olefinas utilizadas como materias primas dependerá la biodegradabilidad del detergente a producir.

Por lo anterior es necesario deducir que se producen detergentes biodegradable y no-biodegradables; a continuación se definen tales detergentes:

DETERGENTE NO-BIODEGRADABLE: son aquellos que usan como materia prima benceno y tetramero de propileno (principalmente una mezcla de isómeros de 12 átomos de carbono).

DETERGENTES BIODEGRADABLES: son aquellos que usan como materia prima parafinas lineales producidas a partir de la kerosina hidrotratada y/o gasoleos.

En lo que radica la biodegradabilidad de un detergente, es en la estructura y la naturaleza orgánica de las olefinas a usar en la fabricación de los detergentes, por lo cual se sabe que:

DETERGENTE BIODEGRADABLE: usa como materia prima parafinas de estructura lineal.

DETERGENTES NO-BIODEGRADABLES: usa como materia prima parafina de estructura ramificada o arborescente.

La biodegradabilidad de un detergente esta en función de la dificultad para remover o degradar la estructura de la materia prima usada.

Para la producción de detergentes industriales se usan como base de los mismos los siguientes:

BASE ALQUILBENCENO LINEAL (LAB) : usado para la producción de alquilbencensulfonato de sodio lineal (LABS), el cual es biodegradable.

BASE DODECILBENCENO (DOB) : usado para la producción de dodecilbencensulfonato de sodio (DOBBS), el cual, es no-biodegradable.

Como dato genérico hoy en día se observa que la tendencia es a instalar plantas productoras de LABS y dismantelar plantas productoras de DOBS.

Lo anterior puede observarse en la siguiente estadística: en el año de 1976 la producción de alquilbenceno lineal (LAB) y de dodecilbenceno fueron de 2200 y 500 millones de libras respectivamente

ANALISIS Y DESCRIPCION DE DIFERENTES PROCESOS
PARA LA MANUFACTURA DE DETERGENTES

En esta sección se describirán en forma muy breve los procesos relacionados con la producción de detergentes a partir de las bases:

A. DODECILBENCENO

B. ALQUILBENCENO LINEAL (LAB)

DODECILBENCENO

APLICACIONES:

Este proceso se utiliza para producir dodecilbenceno por medio de una reacción catalítica del tipo Friedel-Crafts combinando tetrámero de propileno y benceno en presencia de ácido fluorhídrico que actúa como catalizador.

ALIMENTACION:

Las cargas a la planta son tetrámero de propileno proveniente de la planta de polimerización y benceno de la planta de aromáticos.

PRODUCTOS Y USOS:

El producto principal es dodecilbenceno que se utiliza como base para la fabricación de detergentes de alta calidad, además se obtiene como subproducto alquilarilo ligero (dodeceno exceso de reacción) que puede mezclarse con gasolinas de alto octanaje.

El alquilarilo pesado puede mezclarse con el gasóleo o usarse en la producción de detergentes de baja calidad.

DESCRIPCION DEL PROCESO:

La planta de dodecibenceno consta de cuatro secciones, como sigue:

- 1.- Secado de carga
- 2.- Reacción
- 3.- Fraccionamiento
- 4.- Regeneración del catalizador (HF)

Las cargas de tetrámero de propileno y benceno se alimentan a 37°C a los secadores de alúmina y se combinan con la corriente de recirculación de benceno proveniente del acumulador de la torre de benceno, la mezcla resultante se alimenta al reactor de alquilación, el ácido fluorhídrico se inyecta directamente al reactor con agitación, dentro del cual se mezclan íntimamente los reactivos y el ácido, la temperatura del reactor se mantiene alrededor de 10°C dependiendo de la carga alimentada; la mezcla de productos resultantes más el ácido fluorhídrico y el benceno de recirculación se envían al tanque asentador de ácido, de donde la fase que contiene el ácido se extrae del tanque y se recircula al reactor.

La mezcla de hidrocarburos efluente del asentador pasa por el precalentador y se alimenta a la torre de benceno a una temperatura que oscila alrededor de 117°C , la corriente de domos constituida por benceno y un poco de ácido fluorhídrico arrastrado se condensa totalmente, se recircula a la entrada del reactor.

La corriente de fondos pasa por los tratadores de bauxita y se alimenta a la torre de alquilarilo ligero que opera a 210°C y 0.68 Kg/cm^2 absoluta; mediante un sistema de eyectores, el destilado líquido pasa por tratamiento caústico y se envía a almacenamiento. La corriente de fondos de esta torre se envía como carga a la torre de dodecibenceno en donde por la corriente de domos se obtiene el producto principal que fluye hacia el acumulador del condensador que opera a 0.04 Kg/cm^2 absolutas, posteriormente pasa por tratamiento caústico y se envía a almacenamiento.

La corriente de fondos se enfría y se envía a almacenamiento. Parte del ácido fluorhídrico recirculado es regenerado continuamente por destilación en la torre regeneradora de ácido fluorhídrico. En la corriente de domos se obtiene el ácido regenerado, el cual es recirculado al reactor y por la corriente de fondos se eliminan los aceites solubles en ácido que se envían al tanque colector para ser quemados finalmente.

ESPECIFICACIONES DE ALIMENTACION Y PRODUCTOS

El rendimiento típico de una planta de dodecibenceno es de 71% peso.

Las características de alimentación son:

Tetrámero de Propileno

Densidad relativa (20/4), °C	0.769 - 0.772
Temperatura de inflamación TCC, °C	50 - 60
Número de bromo	98 - 105
Azufre, ppm.	10 máx.
Peróxidos, ppm.	10 máx.
Cloruros, ppm.	10 máx.

Benceno

Pureza	grado nitración
Densidad relativa (20/4), °C	0.875 - 0.880
Tiofeno, ppm.	1 máx.
Acidez libre	ninguna

Las características del producto son:

Gravedad específica	0.869 - 0.877
Destilación: 2% recuperación	515 °F
95% recuperación	575 °F
Índice de refracción 20°C	1.4880 - 1.4900
Fracción del 2% a 7%	0.0028 máx. desv.

Fración del 85% a 95%	0.0026 máx. desv.
Color saybol +	+26
Humedad	0.1% peso máximo

SERVICIOS AUXILIARES:

Los consumos de servicios auxiliares por tonelada de producto son:

<u>Servicio</u>	<u>Consumo</u>
Agua de enfriamiento, LPM	4759
Vapor 50 psig., Kg.	3667.89
Vapor 275 psig., Kg.	542.41
Gas combustible, m ³ std/hr	244.3
Energía eléctrica, 4160 volts, Kw	66.37
Energía eléctrica, 440 volts, Kw	95.66

Licenciador:

Phillips Petroleum Company

Otros licenciadores:

Arco Technology, Inc.

Referencia:

Basic Design Specifications

Alkyl Benzene Unit

PEMEX Atzacapotzalco, México, 1959.

ALQUILBENCENO LINEAL (LAB)

APLICACION:

Para producir alquilbenceno lineal (LAB) a partir de parafinas lineales del rango C13 ó C11-C14, utilizando para ello el proceso de deshidrogenación PACOL se usa fluoruro de hidrógeno como catalizador en la etapa de alquilación.

DESCRIPCION DEL PROCESO:

La sección PACOL consiste de un reactor catálitico de lecho fijo (1) que deshidrogena las parafinas lineales alimentadas o las correspondientes olefinas lineales con selectividades de aproximadamente 10% peso a mono-olefinas, en la presencia de hidrógeno. El efluente PACOL es agotado en (3) y enviado hacia la sección de reacción (reactor alquilador)(4), donde la mezcla olefina-parafina a partir del agotador PACOL, benceno y HF catalizador son mezclados, reaccionan y son separados.

La fase hidrocarburo a partir del separador es llevada hacia la sección de fraccionamiento (5) para la separación y reciclado de ácido disuelto y benceno sin reaccionar al Reactor Alquilador con HF, mientras que las parafinas sin reaccionar son separadas (6) y recicladas vía un tratamiento previo con alumina (8) hacia la sección PACOL. Una columna rectificadora final (7) separa por los domos el producto LAB a partir del alquilado pesado, el cual es obtenido como producto de fondos (corriente de fondos).

Una corriente agotada a partir del separador constituida por fase ácida fluye hacia la columna regeneradora de HF, donde pequeñas cantidades de pesados (alquilado pesado) son removidos como una corriente de fondos, mientras que el ácido es destilado por los domos y reciclado al reactor de HF.

RENDIMIENTO:

Basado sobre 100 partes en peso de LAB, se tienen aproximadamente 80 partes de parafinas lineales, y 33 partes de benceno son cargados al proceso. El LAB producto tiene un índice de bromo menor o igual a 20 y es usualmente sulfonable al 99%.

ECONOMIA:

Se estiman los siguientes costos para servicios auxiliares y químicos en base a una capacidad de 50,000 ton/año de LAB:

Inversión	\$/ton/año	582
-----------	------------	-----

UTILIDADES TÍPICAS POR TONELADA DE LAB:

Catalizador y químicos (U.S.D.)	\$	15.5
Energía eléctrica	Kw/hora	208
Vapor	Ton.	0.14
Agua de enfriamiento	m ³	40
Combustible de calentamiento	MMKcal.	3.3

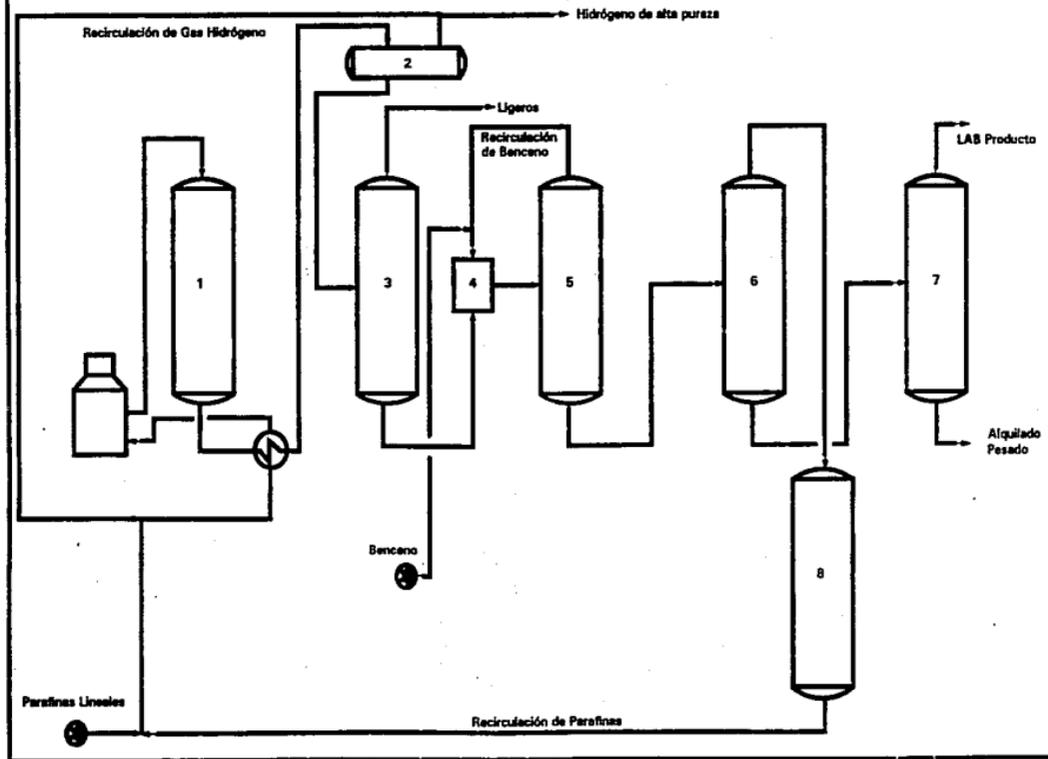
PLANTAS COMERCIALES:

En la actualidad existen aproximadamente 80 plantas operando con el proceso PACOL. Por otra parte también se tienen 6 más en diferentes etapas de diseño (construcción y arranque).

Licenciador: Universal Oil Petroleum Inc.

Esquema de Proceso General

L.A.B. Detergente biodegradable de cadena lineal



SELECCION DEL PROCESO-PROYECTO

Para la selección del proceso a evaluar en capítulos posteriores se optó por el proceso de producción de detergentes vía cloruro de aluminio, el cual, es usado como catalizador, debido a que en nuestro país los procesos de mayor uso en diferentes compañías son los que se describieron anteriormente. Es por esto que como una inquietud y en espera de que el presente trabajo resulte de utilidad en un futuro se optó por esta selección.

Este proceso a diferencia de los demás muestra de manera sencilla las diferentes etapas constituyentes de un proceso de producción de detergentes, además de que debido a esta misma secuencia resulta fácil de implementar a nivel industrial en México.

CAPITULO III

GENERALIDADES DEL PROCESO

Una vez definidas en el capítulo anterior, las características de los detergentes, en cuanto a su clasificación, tipos, utilidad, aplicación, estadísticas de mercado y proyección, así como diferentes alternativas de procesamiento de los mismos, en el presente capítulo se describen de manera clara y completa las diferentes etapas de proceso como son: alquilación, sulfonación y neutralización, como se muestra en el cuadro No. 1.

También se muestran algunos aspectos operativos de las etapas de proceso, así como algunos criterios técnicos que deberán ser considerados en la etapa de desarrollo de la Ingeniería Básica.

Estas etapas son en general aplicables a cualquier proceso de producción de detergentes, sólo varían en pequeñas diferencias como son: tipo de catalizador usado, tipo de agente de sulfonación y concentración de los mismos. Se hace hincapié también en lo que respecta al tipo de operación durante la sulfonación, usando diferentes agentes de sulfonación para tal finalidad.

Finalmente se muestran los diferentes tipos de acondicionadores usados en los detergentes, los cuales tienen la finalidad de dar propiedad, calidad y presentación al producto. Asimismo se hace énfasis en aspectos de calidad y especificación del producto y se dan diferentes alternativas para obtener un producto de mejor calidad (eliminación de sub-productos).

Para nuestra planta se tomará como proceso de fabricación de detergentes, el proceso vía dodecibenceno, usando para su producción como catalizador cloruro de aluminio. En lo que respecta a la etapa de sulfonación, se usará como agente de sulfonación óleum al 20 %, y para la etapa de neutralización se usará como agente de neutralización una solución de NaOH al 20 %. Para nuestra planta no se contempla lo referente a la adición de constructores.

Una vez conocidos los diferentes aspectos técnicos y de calidad en lo que respecta al proceso de producción de detergentes, éstos serán la base para que en capítulos posteriores se lleve a cabo el desarrollo de la Ingeniería Básica para la planta de detergentes en estudio.

ALQUILACION

Para esta etapa inicial de reacción se parte de las materias primas básicas benceno y dodeceno, las cuales son tomadas de tanques de almacenamiento y enviadas al reactor alquilador (tipo tanque agitado) por medio de sus respectivas bombas, donde en presencia del catalizador $AlCl_3$ reaccionan a una temperatura de $15-28^{\circ}C$ y a presión atmosférica; generalmente esta reacción tiene un rendimiento máximo del 90%, además como característica de proceso la reacción es exotérmica.

Para poder llevar a cabo la reacción de manera eficiente es necesario mantener la temperatura en ese intervalo ($15-28^{\circ}C$), para lo cual se debe estar enfriando al reactor por medio de un sistema de enfriamiento con H_2O , dicho sistema puede estar constituido por un serpentín de enfriamiento o bien por una chaqueta de enfriamiento, lo cual es función del área de transferencia de calor y del calor por disipar.

Posteriormente, el efluente del reactor, previa separación del catalizador es precalentado hasta una temperatura de $357^{\circ}F$, para después introducir el efluente a un sistema de fraccionamiento en columnas de destilación, como sigue:

El efluente del reactor constituido por ligeros (benceno-dodeceno) y pesados (dodecibenceno y corte de pesados) se introducen a la torre recuperadora de ligeros, donde los excesos de reacción son enviados a tanque de almacenamiento, o recirculados al reactor alquilador.

La segunda columna recibe como alimentación los fondos de la columna recuperadora de ligeros; en esta columna se obtiene el producto constituido por dodecibenceno por los domos, el cual, es enviado a tanque de almacenamiento, y por el fondo de esta columna se obtiene los pesados y trazas de dodecibenceno.

ASPECTOS OPERATIVOS DE LA ETAPA DE ALQUILACION

En la etapa de alquilación (producción de detergente alquilado), tetrámero de propileno y benceno son combinados en la presencia de un catalizador como puede ser: ácido fluorhídrico o cloruro de aluminio. Las condiciones para esta etapa son seleccionadas para que la fragmentación polimérica, dialquilación y reacciones de condensación sean minimizadas (formación de subproductos durante la reacción de alquilación). El producto alquilado crudo es destilado cuidadosamente para obtener un producto final constituido por monoalquilbenceno teniendo una composición porcentual muy cercana a la del dodecibenceno.

La mayor parte de esta composición la dan hidrocarburos en el rango de C11-C13, pero otra parte importante la dan hidrocarburos de C10 y pesados del orden de C15. Esta composición ha sido establecida como la óptima para usos industriales y domésticos.

CONDICIONES DE REACCION:

Temperatura: La temperatura de reacción puede oscilar entre 5-35°C, mas usualmente se atienden rangos de 10-25°C y preferentemente de 15-20°C.

Presión : La presión usada en la alquilación de compuestos aromáticos con olefinas de larga cadena de hidrocarburos es esencialmente la presión atmosférica del lugar.

Tiempo de Reacción : El tiempo de reacción puede ser desde 5 minutos hasta una hora, sin embargo lo más usual es de 10 a 30 minutos.

Medio de Reacción : El medio de reacción consiste simplemente en los reactivos usados en la reacción, es decir, olefinas (dodeceno) y aromáticos (benceno), ya que no son usados ni adicionados solventes.

Catalizador: El tricloruro de aluminio ($AlCl_3$) es el catalizador usado para esta reacción. Del 2 al 10% en peso de cloruro de aluminio puede ser usado, basado en el peso de olefina alimentada. En el límite inferior cercano al 2% la reacción de alquilación no procede satisfactoriamente, en cambio al 6% la formación de productos comienza a ser notable y adecuada. Para asegurar un buen desempeño del mismo se recomienda usar alrededor del 4-5% del catalizador basado en el peso de la olefina alimentada.

Especificación del

Reactor : La configuración específica del reactor para la producción de detergentes superiores es función de la introducción simultánea de todos los reactantes, incluyendo el catalizador a la zona de reacción continuamente. El tipo y configuración del mismo es variable; puede ser del tipo pistón o tanque agitado, sólo que deben tenerse precaución para disipar el calor generado en la reacción de alquilación.

Esto puede lograrse por medio de un serpentín de enfriamiento o por medio de un intercambiador de calor, usando como medio de enfriamiento agua, en caso de no tener un control adecuado de la temperatura en el reactor problemas operacionales y de control de calidad de producto se presentarán.

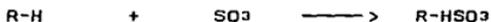
**Recuperación
de**

Productos: El detergente alquilado producido (DDB), es separado a partir de productos ligeros (benceno y dodeceno) y pesados por fraccionamiento en columnas de destilación, dichos ligeros son recuperados y enviados a tanques de almacenamiento, en cambio el DDB es conducido a la zona de sulfonación del proceso para su posterior sulfonación.

SULFONACION

Esta etapa tiene como finalidad la producción del ácido dodecilbencen-sulfónico, a partir de la reacción del detergente alquilado (DDB) con el agente sulfonante constituido por óleum al 20%. Esta etapa puede considerarse que se lleva a cabo en dos pasos dentro de la misma etapa y es como sigue:

- a). Entre el trióxido de azufre contenido en el óleum y el dodecilbenceno por medio de la siguiente reacción:



- b). Entre el ácido sulfúrico contenido en el óleum y el dodecilbenceno por medio de la siguiente reacción:



El propósito es lograr un producto de solubilidad acuosa tal, para que esté pueda interactuar de manera eficiente en los sistemas acuosos. Esto es realizado por combinación del grupo sulfónico soluble con el detergente alquilado insoluble. Esto es realizado por agitación súbita de la mezcla de dos fases líquidas inmiscibles (detergente sulfonado - ácido sulfúrico residual).

El exceso de ácido sulfúrico es necesario para mantener y asegurar esencialmente un rendimiento del 100% en la reacción de sulfonación. Como característica esta reacción es exotérmica, por tal motivo la temperatura es cuidadosamente controlada para prevenir la decoloración, formación de olores y evitar reacciones laterales. La mezcla producto de esta etapa puede ser procesada en varias etapas siguientes para producir diferentes calidades de producto, lo cual es función de si se remueve o no el ácido residual.

Tales productos son basados en la sal sódica del ácido sulfónico, pero la sales de amonio o alcanol-aminas son también convenientes.

Los sulfonatos de detergentes alquilados son procesados para obtener un producto final de mejor presentación, para estos podemos tener cuatro formas principales de presentación, las cuales tienen aplicación industrial y doméstica, estas se describen a continuación:

- a) Secado de detergentes ligeros conteniendo 15-40% agente activo con el balance casi del 60-85% de Na_2SO_4 .
- b) Secado de detergentes pesados teniendo 15-80% agentes activos, compuestos con varios constructores alcalinos, como son fosfatos, silicatos y carbonatos.

- c) Líquidos de varias características de agentes activos, en el rango de 15-60% .
- d) Hojuelas secas, teniendo aproximadamente 85% agentes activos y 15% Na_2SO_4 .

SULFONACION - OPERACION CONTINUA

La sulfonación ha sido adaptada a una operación continua, para ello es necesario, inicialmente, mezclar el hidrocarburo a sulfonar (DDB) con el agente sulfonante (óleum, H_2SO_4), una vez que la mezcla ha sido hecha, la sulfonación es instantánea. Este último contacto puede ser llevado a cabo con el uso de sistemas conocidos como son: "colloid mills", bombas centrífugas y por otros contactores mecánicos. A la vez que se continúa el mezclado es necesario realizar la disipación de calor, lo cual puede ser hecho por un eficiente cambiador de calor. Esta etapa es seguida en un recipiente donde es completada. El efluente a partir del recipiente de reacción es diluido por un mezclado a fondo con agua, la cual es incorporada al efluente. Mientras esto ocurre, es necesario disipar el calor de dilución en un cambiador de calor, o con un serpentín de enfriamiento, usando como fluido de servicio agua de enfriamiento.

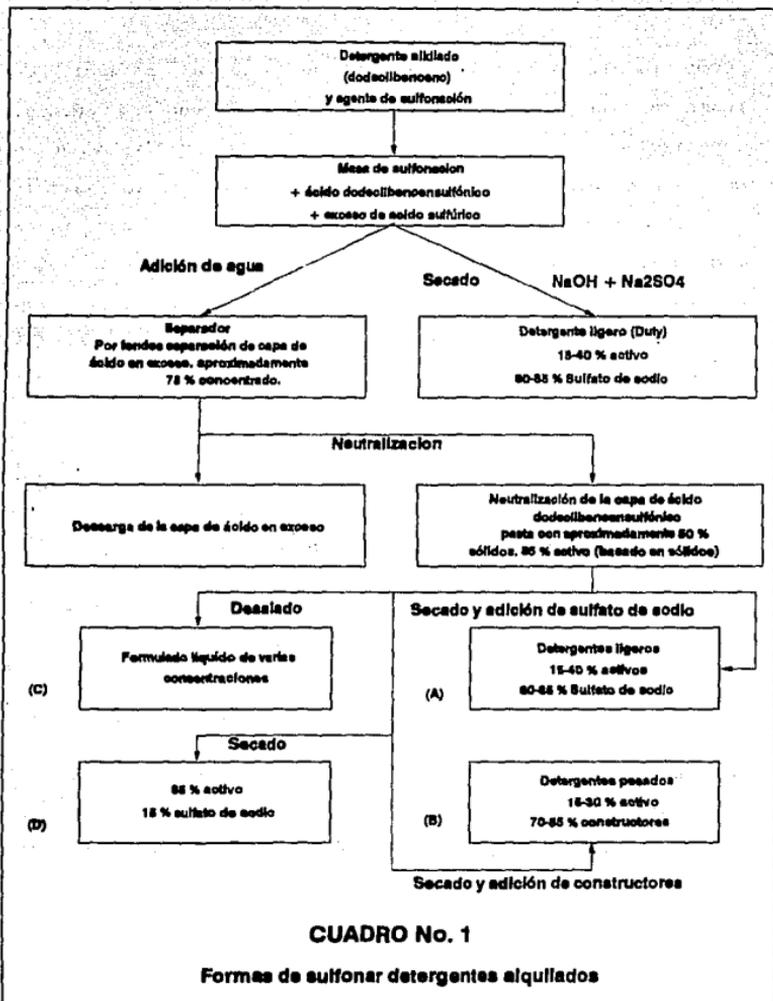
Como resultado de la adición de agua al efluente de reacción, se ha comenzado a neutralizar nuestra mezcla, constituida por los ácido gastados (H_2SO_4 al 79%) y ácido dodecibencensulfónico; posteriormente, es necesario realizar la separación de esta mezcla constituida por dos fases líquidas, lo cual puede ser hecho continuamente en un tanque separador horizontal; por la parte superior se extrae la capa de ácido sulfónico y por el fondo se extrae el H_2SO_4 al 79% (ácido gastado). Esta separación también puede realizarse por centrifugación.

El ácido gastado o residual es mandado a almacenamiento en tanques de acero al carbón, mientras que el ácido dodecibencensulfónico continua su etapa constructiva.

En el siguiente organigrama se ilustran las mejores formas de sulfonar detergentes alquilados. (Ver cuadro No.1)

EL USO DE SO_3 ESTABILIZADO COMO AGENTE DE SULFONACION

El uso de trióxido de azufre estabilizado para la sulfonación de detergentes alquilados (DOB) es relativamente un proceso nuevo comparado con la sulfonación con H_2SO_4 99% (óleum 20%).



Uno de los mayores problemas encontrados durante la sulfonación de detergentes alquilados con SO_3 , es el elevado calor de reacción que se genera como resultado de la introducción del agente de sulfonación en el hidrocarburo. El calor de reacción del SO_3 con DDB es mucho más grande que cuando se usa óleum 20% - 306 Btu/lb de DDB comparado con 175 Btu/lb de D.D.B. Esta anomalía en cuanto al elevado calor de reacción requiere provisiones especiales para prevenir la carbonización, y el completo deterioro del producto.

Varios métodos han sido estudiados para la introducción del SO_3 en el hidrocarburo. El uso de dióxido de azufre (SO_2) como solvente de sulfonación ha dado satisfactorios resultados.

Otro método de introducción de SO_3 en el hidrocarburo, consiste en diluir el SO_3 en fase vapor con aire o nitrógeno y hacer pasar después esta fase diluida vapor sobre el hidrocarburo.

El método más directo para introducir el SO_3 en el hidrocarburo es adicionándolo en fase líquida, aunque esto, sin embargo, no es muy promisorio.

Con extremo enfriamiento y excelente agitación las pastas neutralizadas son muy oscuras en cuanto a color y contienen excesivas cantidades de aceites libres.

Como previamente se notó, el problema de la remoción de calor es serio durante la sulfonación con SO_3 . Esto puede ser puntualizado, debido a que el dodecibenceno tiene una viscosidad muy baja (14 cp a 68°F) y es fácilmente agitado, en cambio el ácido dedecilbencensulfónico es muy viscoso (5000 cp a 95°F), lo cual provoca una agitación más dificultosa; por lo tanto, se tiene una remoción mucho más baja de calor (poco eficiente) debido a los elevados coeficientes de película del ácido sulfónico.

La figura No. 1 presenta la relación viscosidad-temperatura de la reacción, siguiendo la adición del agente de sulfonación.

La figura No. 2 muestra la relación que guarda la viscosidad con la temperatura cuando la sulfonación es efectuada con diferentes agentes: óleum al 20% y trióxido de azufre.

La curva I ilustra el ácido sulfúrico preparado mediante el uso de SO_3 . La curva II aplica a la mezcla de sulfonación obtenida con H_2SO_4 al 104.5% (óleum 20%).

FIGURA No. 1

**RELACION DE LA VISCOSIDAD
CON LA TEMPERATURA**

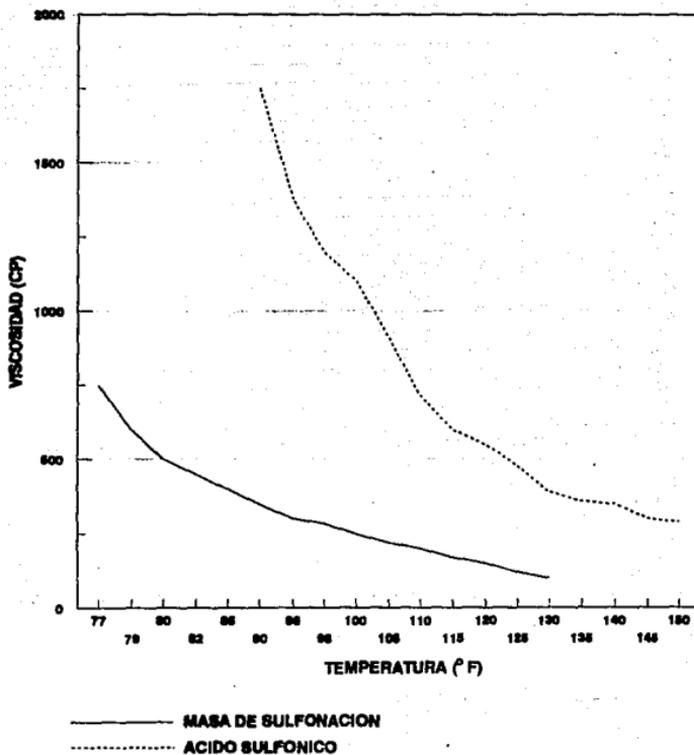
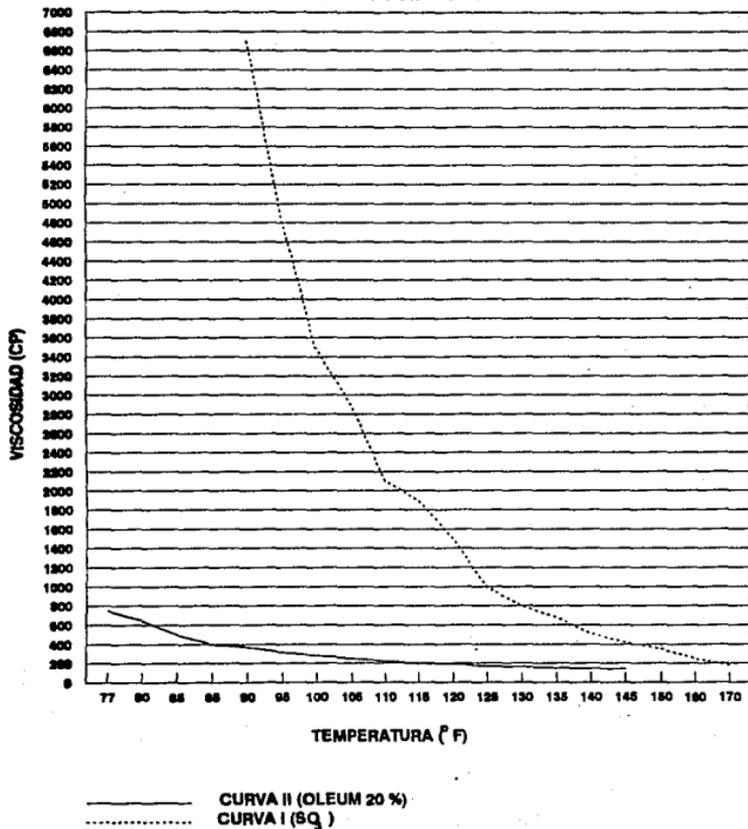


FIGURA No. 2

RELACION DE LA VISCOSIDAD
CON LA TEMPERATURA



Las viscosidades de la mezcla de sulfonación a 77 °F son mucho más bajas (500 cp) si se comparan con la obtenida por sulfonación con SO₃ a temperatura de 122 a 140 °F. Las viscosidades de los ácidos sulfónicos obtenidos vía SO₃ a temperatura de 140-131°F son 550-800 cp, para estas condiciones es preciso tener una buena agitación, lo cual implica tener gran remoción de calor durante la sulfonación.

CRITERIOS DE BALANCE DURANTE LA SULFONACION CON H₂SO₄

Factores de cálculo para la dilución del H₂SO₄ residual

H ₂ SO ₄ INICIAL (%)	LB. ACIDO	LB. HIDRO- CARBURO	% H ₂ SO ₄ DESPUES DE LA SULFONACION COMPLETA	LBS. H ₂ O NECESARIAS PARA DILUIR EL H ₂ SO ₄ A		
				78%	73%	63%
104.5	1.05	1	96.5	0.176	0.236	0.392
104.5	1.25	1	98.2	0.244	0.324	0.524
100.5	1.40	1	93.5	0.216	0.304	0.524
100.5	1.50	1	94.0	0.244	0.344	0.588
98	1.66	1	92.2	0.244	0.352	0.620

Por experiencia se ha encontrado que sulfonatos de buen color y bajo contenido de sulfatos, lo cual es dependiente de la inclusión del H₂SO₄, son obtenidos por dilución del H₂SO₄ inicial hasta aproximadamente 76-78% según los factores listados previamente.

La experiencia también ha mostrado que el tiempo requerido para el asentamiento del H_2SO_4 residual (diluido) puede variar desde 1 hora para un ácido al 63% de concentración hasta aproximadamente 4-6 horas cuando se diluye el H_2SO_4 hasta el 76-78% . A escala industrial es común dar 8 horas para asegurar una operación satisfactoria. Este tiempo de asentamiento también depende de la forma del tanque (Set Hins). La separación del sistema de dos fases ácidas es normalmente hecha en tanques de asentamiento de fondo cónico, separadores horizontales o por centrifugación a temperatura de 122-130°F.

La técnica de adición de agua es crítica y puede ser cuidadosamente controlada para obtener un sulfonato de color satisfactorio.

MÉTODOS DE SEPARACIÓN DEL ÁCIDO SULFÚRICO RESIDUAL (H_2SO_4 AL 79%) Y SELECCIÓN DEL MÉTODO MÁS ADECUADO.

Como se analizó anteriormente, al efectuar una sulfonación con óleum el producto obtenido es una mezcla de ácidos dodecibencensulfónico y sulfúrico, la cual, puede neutralizarse directamente para obtener una mezcla de sulfonato de sodio y Na_2SO_4 con bajo contenido de sulfonato debido a la presencia del Na_2SO_4 , así se obtienen productos que varían en una relación de 60-40 ó 40-60 de sulfonato - sulfato, respectivamente.

Si se desea obtener un producto con alto contenido de sulfonato se puede conseguir de varias maneras:

- a) Separando el ácido sulfúrico excedente antes de neutralizar, esto dará un ácido sulfónico bastante puro y un ácido sulfúrico diluido.
- b) Separando el Na_2SO_4 después de neutralizar.

La separación del ácido excedente antes de la neutralización se logra diluyendo el ácido con agua a una concentración de 79-80% y centrifugando.

Después de la neutralización se logra la concentración del sulfonato separando el Na_2SO_4 formado, mediante la adición de una solución diluida de sulfonato de sodio o precipitando el Na_2SO_4 de la mezcla sulfonato-sulfato añadiendo una solución diluida de alcohol.

Además de éstos, existen otros métodos para efectuar la concentración del ácido sulfónico o del sulfonato, por ejemplo, mediante el uso de sales tales como CaCO_3 o cal apagada, por la adición de otros solutos cuya acción precipitante permite la separación de los ácidos o también por la adición de disolventes que diluyen el ácido alquil-aril-sulfónico favoreciendo la decantación.

De estos métodos de concentración de ácido sulfónico o del sulfonato, el de dilución del ácido sulfúrico residual es el que más se emplea comercialmente en la separación del ácido sulfúrico residual del ácido alquil-aril-sulfónico.

Este método reduce en gran cantidad el consumo de sosa, cuando se emplea ésta para neutralizar, debido a que el ácido sulfónico requiere menos sosa que el ácido sulfúrico para neutralizarse y además este método de dilución del ácido sulfúrico residual permite recuperar un ácido de 79% de concentración.

En todos los procesos de concentración del ácido sulfónico o del sulfonato debe evitarse la contaminación, si se desea tener un buen color en el producto final.

También en la dilución del ácido sulfúrico, el ácido sulfónico está sujeto a una disminución de calidad del producto respecto a su color. El color depende también de la temperatura y del tiempo que dure el proceso, pudiendo decirse que es preferible disminuir la temperatura y aumentar un poco el tiempo necesario en el proceso que se trate.

SEPARACION DEL H₂SO₄ RESIDUAL POR EL METODO DE DILUCION.

En este método la separación del ácido sulfúrico residual se logra diluyendolo con agua. El ácido dodecilbencensulfónico y el ácido sulfúrico, productos de la reacción de dodecilbenceno con óleum forman propiamente una emulsión en la que el ácido sulfúrico representa la fase continua y el ácido sulfónico la fase discontinua; al agregar agua a la mezcla de ácidos, el ácido sulfúrico se diluye y rompe la emulsión lográndose así la separación de las dos fases.

Debido a la diferencia de densidades de los dos ácidos y siendo el ácido sulfúrico más pesado que el ácido sulfónico, se precipitará al fondo del recipiente que los contenga y el sulfónico quedará en la parte superior.

En el proceso de sulfonación del dodecilbenceno, usando óleum 20% a una razón de 1.25 lbs. de óleum por lb. de dodecilbenceno, la concentración del ácido sulfúrico residual se reduce de 100 a 99-98.2% debido a la sulfonación. Aunque algunas separaciones se logran efectuar a esa concentración de ácido sulfúrico, es necesario diluir éste aproximadamente al 79% en peso de concentración con el fin de obtener una separación lo más completa posible de la mezcla ácida. Si el ácido se diluye a menos de 79% el producto separado no tendrá un alto contenido de sulfónico, pero el tiempo de asentamiento se reduce.

Las principales desventajas de una mayor dilución del ácido sulfúrico residual son:

- La corrosión del equipo, que debe ser de acero inoxidable, aumenta. Algunos datos conocidos indican que el grado de corrosión por un ácido diluido a una concentración de 60% es aproximadamente 100 veces mayor que a una concentración de 79% (0.203 - 0.0018 cm/1000hrs.)
- Se produce un gran aumento de temperatura, lo cual provoca un oscurecimiento en el color del producto final.
- Una dilución menor de 79% hace difícil obtener algún provecho efectivo del ácido separado.
- A una dilución de 79% el tiempo de asentamiento es bastante rápido y no se han encontrado dificultades por corrosión en procesos comerciales usando equipos de acero inoxidable tipo 316, en un periodo mayor a un año o año y medio de trabajo.

NEUTRALIZACION Y ADICION DE CONSTRUCTORES

La etapa de neutralización tiene por objeto neutralizar la mezcla ácida obtenida a partir de la etapa de sulfonación, dicha mezcla está compuesta de ácido dodecibensulfónico y ácido sulfúrico residual. Lo anterior se cumple sólo si ambos están en mezcla, lo cual produciría un detergente menos puro y deficiencia en cuanto a acción detergente se refiere.

Como la finalidad de esta etapa es proporcionar un detergente crudo de mayor calidad y eficiencia detergente, es necesario neutralizar sólo el ácido dodecibensulfónico, esto se logra separando la mezcla ácida, previa dilución con agua, para así poder obtener los ácidos por separado.

Para llevar a cabo la neutralización se usa como agente de neutralización una solución alcalina de hidróxido de sodio al 20%.

Como se explicó anteriormente, si se neutralizara la mezcla de los dos ácidos se tendrían elevados consumos de NaOH al 20%, además, se obtendría como producto detergente de baja calidad.

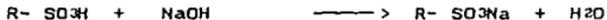
Las condiciones bajo las cuales se lleva a cabo esta etapa son las siguientes:

- La presión de operación básicamente es la presión atmosférica y la temperatura máxima oscila entre 122-130°F

Como característica especial este recipiente es construido en acero inoxidable tipo 316, para evitar con ello contaminación del producto y abatir la corrosión, además este equipo es provisto de un agitador de carga pesada y con un sistema propio de enfriamiento a base de agua.

Es esencial que el ácido sulfónico siempre debe ser adicionado a la sosa al 20% y no la sosa al 20% al ácido sulfónico o serios problemas de tranferencia de calor pueden tenerse (incrementarse debido a tener elevados coeficientes de película en el ácido sulfónico, lo cual implica que su viscosidad sea elevada).

La reacción característica de esta etapa es la siguiente:



Como característica propia de la reacción se sabe que desprende una gran cantidad de calor, por tal motivo es evidentemente controlada. Para prevenir la decoloración y formación de olores, el control del calor se hace manteniendo la temperatura constante por medio de la introducción de H₂O de enfriamiento al reactor neutralizador.

CONSTRUCTORES EN DETERGENTES SINTETICOS

Una gran variedad de constructores orgánicos e inorgánicos, clasificados de acuerdo a su naturaleza y a su aplicación a nivel doméstico e industrial, son usados para dar propiedades específicas, requeridas para usos especializados y en general para mejorar la calidad de los detergentes, en base a la alteración de las propiedades físicas y químicas de los mismos.

CONSTRUCTORES ORGANICOS

- Aditivos Coloidales

La carboximetilcelulosa de sodio, es el mejor aditivo coloidal y es usado en la mayoría de detergentes sintéticos de tipo doméstico e industrial en aplicaciones de lavandería. Esto ayuda en la remoción de manchas pigmentadas (coloreadas), pero es usado primordialmente porque ayuda a evitar la antirredeposición.

Lo anterior contribuye a tener un deseable efecto emoliente sobre la piel cuando los constructores se usan en detergentes sintéticos, los cuales son usados para servicios de lavado. Otros productos presentan las mismas funciones generales pero con la característica esencial de tener una importancia comercial baja, son los siguientes:

- . Agua-eter-celulosa soluble.
- . Almidón-glicolato de sodio.
- . Metil-etil-hidroxietilcelulosa.
- . Variadas proteínas.
- . Derivados proteínicos.

Otros materiales encontrados para uso especializado en detergentes sintéticos, son los siguientes:

- . Peptidos
- . Aminoácidos
- . Nitrilos
- . Amidas

- Agentes de Ocultamiento o Secuestrantes:

Las sales sódicas de ácidos poliamino-carboxílicas han sido recomendadas para uso con detergentes sintéticos en aguas duras, debido a su acción secuestrante, pero el factor económico limita el uso de las mismas.

- Abrillantadores: Pulidores Ópticos

Los abrillantadores-pulidores son extensivamente usados en productos destinados para lavado doméstico. Ellos son sustantivos para fabricar y absorber la luz ultravioleta, emitiendo a su vez en la región azul del espectro visible.

Esto hace que se logre un matiz blanco azulado con mucha brillantez. Por ello, son usados en gran escala en detergentes y jabones para tejidos de lana y algodón.

Tipos especiales han sido desarrollados para uso sintético en la industria. Muchos productos en uso corriente no son resistentes a la descomposición cuando son usados en la presencia de blanqueadores.

- Prolongadores de Espumabilidad

Alquilolaminas y ácidos grasos son usados más frecuentemente en detergentes sintéticos, debido a que de este efecto depende la capacidad de la solución para solubilizar grasas sin pérdida de espuma.

- Solventes

Solventes tales como aceite de pino, fracciones de petróleo y solventes clorados son frecuentemente usados en cantidades establecidas en actividades de limpieza a nivel industrial, particularmente donde el producto es requerido para remover sustancias pesadas y grasas sólidas. El mecanismo de acción es el siguiente:

Estos solventes al entrar en contacto con sustancias pesadas y grasas los ablandan de manera tal que permiten su emulsificación y por lo tanto su remoción de la superficie.

- Perfumes

Los perfumes son ocasionalmente usados como agentes de ocultamiento en industrias dedicadas a la producción de limpiadores, sacamanchas, etc. Son también de uso común a nivel doméstico .

CONSTRUCTORES INORGANICOS

- Fosfatos

El tripolifosfato de sodio y otros fosfatos condensados son los mas usados. Además poseen la capacidad de ablandar el agua, no tienen efectos irritantes y son usados en infinidad de procesos de detergentes, incluyendo el de secado por aspersión.

- Silicatos

Los alcali-silicatos son excelentes constructores para detergentes sintéticos. Ellos son extensivamente usados en productos de lavandería, como inhibidores de corrosión sobre metales blandos.

- Carbonatos

La mayor cantidad de constructores para detergentes sintéticos para uso doméstico son preparados por secado por aspersión y los carbonatos no son incluidos excepto los formados por carbonación e ingredientes alcalinos durante la operación de secado por aspersión.

El pH es demasiado elevado para productos que pueden ser usados en la lavandería y el bicarbonato es sujeto a descomposición térmica durante la operación de secado en la cámara de rocío.

- Hidróxidos

El hidróxido de sodio es ampliamente usado con detergentes sintéticos en la limpieza de metales o superficies y como un ingrediente en las lavanderías comerciales.

- Boratos

No son de uso común, su principal aplicación es en limpiadores domésticos donde es deseable una alcalinidad suave.

- Sales inorgánicas neutras

El sulfato de sodio y otras sales neutras son de uso amplio en la fabricación de detergentes sintéticos, industriales y domésticos. La presencia del sulfato de sodio en prácticamente todo tipo de detergentes aniónicos surge a partir del exceso de ácido sulfúrico usado durante la sulfonación. Largas proporciones de sulfato de sodio son usadas en productos de lavandería para proveer satisfactoriamente algunas propiedades físicas. El sulfato de sodio es el mayor constructor usado a escala comercial para detergentes aniónicos.

- Arcillas

Las bentonitas son componentes importantes de ciertos limpiadores industriales, incluyendo productos comerciales de lavandería donde sirven para adsorber manchas, tierra y tintes. La arcilla dispersada tiene propiedades emulsificantes y algunas veces es usada para proporcionar una suave acción abrasiva.

VARIABLES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LOS DETERGENTES

Las variables que afectan directamente la calidad de los detergentes son definidas en la etapa de sulfonación.

Para la obtención de un producto de calidad aceptable, las siguientes variables deben ser cuidadosamente controladas:

- . Fuerza del agente sulfonante.
- . Relación del agente sulfonante a detergente alquilado.
- . Temperatura de sulfonación.
- . Técnica y tiempo de adición del agente de sulfonación.
- . Grado de agitación.
- . Temperatura y tiempo de reacción.
- . Técnicas de neutralización del ácido sulfónico.

De gran importancia es el control de temperatura en la obtención de productos de aceptable color blanco (alta calidad).

El efecto de la temperatura sobre el color es ilustrada para sulfonaciones usando H_2SO_4 al 104.5 (óleum), y al 100.5% , para los cuales la relación peso de ácido a hidrocarburo fue 1.25:1.0 y 1.50:1.0 y los tiempos para estas sulfonaciones fueron de una hora aproximadamente.(ver figura No. 3)

Algunas de las más importantes propiedades relativas a la calidad de los detergentes sulfonados son dadas a continuación:

PROPIEDAD	NORMA ESTANDAR
color olor	Papel blanco sin blanqueadores o blanqueamiento mínimo. No debe desarrollarse con el tiempo.
(H-C) no sulfonados	No deben exceder al 2% y no pueden ser tan bajo como 1% basado en agente activo para la extracción de productos, esto puede ser reducido a 0.5% basado en el agente activo
funcionamiento	Debe ser igual al estandar para espumas, humedad, detergencia, solubilidad y compatibilidad con los constructores.

Otros requerimientos de calidad que no se mencionan en la tabla anterior son: la pureza del agente de sulfonación (H_2SO_4 , óleum, SO_3) y del de neutralización $NaOH$, lo cual es de crítica importancia. De manera especial, también se debe evitar la contaminación en esta etapa, lo cual ocasionaría que variara el color del sulfonato, esto implica que la temperatura de sulfonación no está siendo controlada adecuadamente.

RELACION TEMPERATURA COLOR EN LA SULFONACION

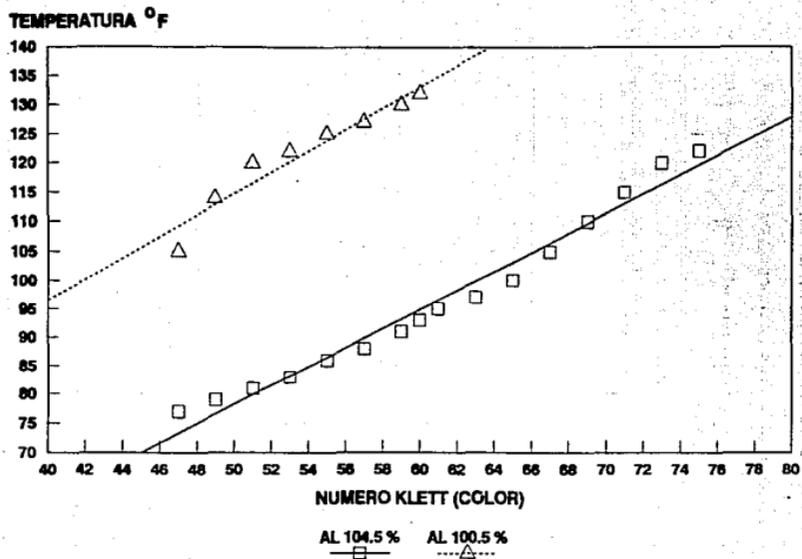


FIGURA No. 3

En resumen como se ha visto en este apartado existen muy diversas y variadas formas de efectuar el procesamiento de los detergentes desde su etapa de alquilación hasta la de mejoramiento y presentación en el mercado.

De las mencionadas y descritas anteriormente, en los capítulos posteriores se aplicarán al proceso las siguientes métodos de procesamiento:

- a.-) Alquilación vía cloruro de aluminio $AlCl_3$
- b.-) Sulfonación vía Oleúm al 20 %
- c.-) Neutralización vía solución de $NaOH$ al 20 %

No se prevee la etapa de adición de constructores, así como tampoco la de secado del producto final; pero se dan las bases para que si se desea se puedan lograr las mismas, con lo cual, se podría disponer del producto en una forma más elaborada y con una mejor presentación.

CAPITULO IV

INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE

Una vez definidas las etapas, aspectos relevantes y generales del proceso en los capitulos anteriores, en este capitulo se define el proceso en lo que se refiere a la Ingeniería Básica y de Detalle. Para lo cual en el presente se desarrollarán los siguientes documentos:

- A.- Bases de Diseño
- B.- Diagrama de Flujo de Proceso
- C.- Descripción de Proceso
- D.- Balance de Materia y Energía
- E.- Lista de Equipo
- F.- Criterios de Diseño
- G.- Hojas de Datos de Equipo
- H.- Diagrama de Tubería e Instrumentación
- I.- Plano de Localización General
- J.- Requerimiento de Servicios Auxiliares
 - * Agua de Enfriamiento
 - * Energía Eléctrica
 - * Aceite de Calentamiento
 - * Agentes Químicos: Catalizador
- K.- Diagrama de Servicios Auxiliares

A.- BASES DE DISEÑO

Este documento tiene la finalidad de definir bajo que condiciones y especificaciones se diseñara la planta. En el se define lo referente a : función de la planta, capacidad, flexibilidad, tipo de operación, especificaciones de materias primas y productos, eliminación de desechos, condiciones de suministro y retorno de los servicios auxiliares, condiciones climatológicas y algo importante la localización de la misma.

A continuación se definen este documento para la planta de detergentes en estudio:

1.- GENERALIDADES.

A.) Función de la Planta

Producción de alquil-aril-sulfonato de sodio (dodecibencen-sulfonato de sodio), detergente no-biodegradable para consumo en el mercado nacional.

B.) Tipo de Operación

El tipo de proceso es de características de un proceso semi-continuo.

2.- CAPACIDAD, RENDIMIENTO Y FLEXIBILIDAD

A.) Factor de Servicio

La planta operará con un factor de servicio de 0.82, por lo tanto, la planta estará operando durante 300 días de los 365 días del año.

B.) Capacidad

B.1 Capacidad de Diseño: La planta estará diseñada para producir 42500 lb/día de producto.

B.2 Capacidad normal de operación: La capacidad normal de operación se asume, será igual a la de diseño, es decir de 42500 lb/día de producto al 100 %.

3.- FLEXIBILIDAD

A.) A falta de energía eléctrica propia (generada en planta), la planta estará conectada como nivel de seguridad a la C.F.E.

B.) A falta de agua de enfriamiento la planta no operará.

C.) A falta de aire la planta no operará.

4.- PREVISIONES A FUTURO

No se prevén futuras ampliaciones, por lo cual, la capacidad neta de la planta será la instalada.

5.- ESPECIFICACION DE MATERIAS PRIMAS

Dodeceno

Estado: líquido puro

TBP °F: 370.026

Densidad a 20 °C g/ml: 0.75836

Viscosidad cinemática a

20 °C cSt: 1.72

Índice de refracción: 1.43

Benceno

Estado: líquido puro

TBP °F: 176.18

Gravedad específica: 0.88

Viscosidad cp: 0.55

Cloruro de Aluminio

Densidad 25 °C g/ml: 2.44

Estado: sólido puro

Temperatura de sublimación a
una atmósfera de presión °C: 181.2

Solución de Hidróxido de Sodio al 20%

Densidad a 20 °C g/ml: 1.2191

Viscosidad cp a 30 °C : 2.8

Qleum al 20%

Estado: líquido

Densidad a 20 °C g/ml: 1.2176

Viscosidad cp a 30 °C: 32

6.- PROCEDENCIA DE MATERIAS PRIMAS

<u>Componente</u>	<u>Suministro</u>	<u>Proveedor</u>
Benceno	Carros tanque	PEMEX
Dodeceno	Carros tanque	PEMEX
Cloruro de Aluminio	A granel	Particular
Oleum al 20%	Carros tanque	Particular
Sosa al 20%	Carros tanque	Particular

7.- ESPECIFICACION DE LOS PRODUCTOS

Detergente no bio-degradable (Dodecil-bencen-sulfonato de sodio); sus características estarán fijadas por las normas de calidad del mercado nacional. Para su venta deberá envasarse en sacos y para venta a nivel industrial su transporte se hará en carros tolva.

8.- ELIMINACION DE DESECHOS

Su evacuación se realizará a través del drenaje químico.

9.- SERVICIOS AUXILIARES

. Aire de Instrumentos: Se dispondrá del mismo para su suministro en planta en límites de batería a las condiciones necesarias.

. Energía Eléctrica: Se dispondrá de la misma en planta para su autoconsumo, y como fuente secundaria de suministro CFE. No se prevén interrupciones energéticas.

Características de la alimentación a motores:

HP	Voltaje	Fases
0-0.75	115	1
1-200	440	3
201-450	4000	3

Corriente para alumbrado y consumo doméstico:

Voltaje:	115
Fases :	1
Tensión:	480 volts
Fases :	3
Frecuencia:	60 Hz
Variaciones:	+/- 6%
Factor de Potencia:	0.8 atrasado

Agua de Enfriamiento:

Temperatura:	90.0 °F
Presión:	50.0 lb/in ² suministro
Presión:	35.0 lb/in ² retorno

- Agua de Proceso:** que esté limpia y desmineralizada
- Agua potable:** que esté limpia y haya recibido un tratamiento bacteriológico
- Agua contra incendios:** que esté libre de sólidos, limpia y desmineralizada

Fuentes de Suministro de Agua:

Se tomará de ríos cercanos a la planta, lagos, lagunas, pozos y demás fuentes naturales que se localicen cerca.

Además se contará con gran almacenamiento de agua en planta, el cual es suministrado por pipas locales o carros tanque para su acondicionamiento y uso; esto último como factor de flexibilidad, lo cual garantiza que se tenga inventario siempre.

10.- CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

- . Presión Atmosférica = 11.3 lb/In²
- . Temperatura máxima = 33 °C
- . Temperatura de bulbo seco = 21 °C
- . Temperatura de bulbo húmedo = 10 °C
- . Precipitación pluvial media = 371.6 mm.
- . Humedad relativa promedio = 65%
- . Total horas insolación = 2723.4
- . Número de días nublados = 118
- . Terreno sin riesgo sísmicos (según carta sismográfica).
- . Vientos dominantes con dirección Norte/Este
- . Velocidad máxima = 33 m/s.
- . Velocidad mínima = 4.2 m/s.

. Velocidad media por mes (referidas a 1988)

MES	VELOCIDAD (m/s)
Enero	7.6
Febrero	6.3
Marzo	6.9
Abril	4.8
Mayo	5.6
Junio	5.9
Julio	7.5
Agosto	7.3
Septiembre	8.0
Octubre	7.4
Noviembre	7.0
Diciembre	8.5

11.- UBICACION DE LA PLANTA

La planta se localizará en la ciudad de Pachuca, Hidalgo, con la finalidad de abastecer de detergente a toda la cuenca del occidente del país así como a la parte norte y centro sur.

. Coordenadas geográficas del lugar (grados-minutos):

LATITUD	LONGITUD
20-08	98-44

. Altitud sobre el nivel del mar = 2426 m.

B.- DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

Este diagrama tiene como finalidad mostrar de manera completa la interconexión de las diferentes etapas que integran el proceso, mostrando paso a paso la interconexión entre los equipos, la instrumentación mínima para el control de las operaciones, y las condiciones de operación de los equipos principales.

Para nuestra planta se muestra por secciones, las cuales se presentan como sigue: (ver diagramas anexos)

- * Sección 100: alquilación y fraccionamiento
- * Sección 200: fraccionamiento y sulfonación
- * Sección 300: separación de ácidos y neutralización

C.- DESCRIPCION DEL PROCESO

Este documento tiene la finalidad de describir de forma detallada cada una de las operaciones y procesos unitarios mostrados en los diagramas de flujo.

Para la planta productora de detergente húmedo, alquilbencensulfonato de sodio (ABSS), esta descripción se hace por secciones como sigue:

- * 1.- Reacción y fraccionamiento
- * 2.- Sulfonación
- * 3.- Neutralización

Estas secciones se describen a continuación:

1.- REACCION Y FRACCIONAMIENTO

Esta sección tiene como objetivo la producción del detergente alquilado base (ODB), a usarse en las secciones posteriores.

El proceso inicia con la carga de benceno al Reactor Alquilador DC-101 mediante la Bomba de carga de benceno GA-101/R, la cual toma el hidrocarburo del Tanque de Almacenamiento de benceno FB-101, que es cargado y llenado de L.B.

De manera semejante, el dodeceno es cargado al Reactor DC-101 a partir del tanque de almacenamiento de dodeceno FB-102 por medio de la bomba de carga de dodeceno GA-102/R. De igual forma el Tanque FB-102 es cargado y llenado a partir de L.B.

Esta alimentación de dodeceno deberá combinarse con la línea de descarga de la Bomba de recirculación de ligeros GA-105/R previa entrada al reactor, de manera que se garantice la recirculación de ligeros en una relación 0.1 de carga combinada (benceno-dodeceno).

Adicionalmente, para iniciar la reacción en DC-101 es necesaria la carga del catalizador $AlCl_3$ en un porcentaje de 2-10% en relación a hidrocarburos cargados.

Las condiciones de operación en el reactor DC-101 son de Presión atmosférica y la temperatura, dado que la reacción es exotérmica, deberá controlarse en 90-100°F usando para ello agua de enfriamiento. Un deficiente control de reacción provoca la formación de subproductos pesados. El tiempo de reacción efectivo es de 1-2 horas pero para terminar eficientemente la reacción se dan 4 horas.

Posteriormente la mezcla cruda (dodecibenceno, pesados, excesos de reacción y catalizador) es tomada del Reactor DC-101 por medio de la Bomba de efluente crudo GA-103/R, la cual proporciona energía a la mezcla cruda para descargarla hacia el Paquete de remoción de catalizador PA-101, en donde se elimina el $AlCl_3$ y se regresa al reactor DC-101 y el resto de la mezcla cruda ya sin catalizador es recibida en un Tanque de producto crudo FB-103, cuya finalidad es dar continuidad a la etapa de fraccionamiento.

A partir del Tanque FB-103, la mezcla cruda es tomada por medio de la Bomba de carga a fraccionamiento GA-107/R, la cual envía la mezcla precalentamiento de la misma en el Precalentador de carga EA-101 hacia la Torre recuperadora de ligeros DA-101, que opera a una presión de 17.35 psia y temperatura de 338.25°F.

La finalidad de la Torre DA-101 es recuperar por los domos el exceso de reacción (10% de la carga) y por los fondos el detergente alquilado (DDB) y los pesados, formados en la etapa de reacción.

El producto de domos es condensado totalmente en el Condensador de ligeros EA-102 y luego pasado al Tanque Acumulador de ligeros FA-101, de donde el líquido a una temperatura de 204.5°F y presión de 12.35 psia es tomado por la Bomba de reflujo GA-104/R, la cual divide su descarga; una parte es mandada a reflujo de la DA-101 y otra parte constituida por el exceso de reacción es pasada a través del Enfriador de ligeros EA-103, para obtener el exceso de reacción a una temperatura de 95°F, el cual es enviado al Tanque de balance de recirculación de ligeros FB-104, de donde los ligeros son tomados por la Bomba GA-105/R y enviado a balancearse con la carga de dodeceno, para luego ingresar al Reactor DC-101.

El producto de fondos es tomado por la Bomba de fondos GA-106/R a una temperatura de 578.85°F y presión de 18.35 psia y su descarga dividida en dos partes, la primera es enviada al Rehervidor de ligeros EA-104, el cual usa como medio de calentamiento terminol 66 (aceite de calentamiento), la corriente efluente del Rehervidor es retornada a la Torre DA-101 con una vaporización del 30%.

La segunda parte es enviada al Precalentador de carga EA-101 para después enviarse como corriente de carga a la Torre fraccionadora de Dodecibenceno-Pesados DA-201, en donde se separa por los domos el detergente alquilado base (DDB) y por los fondos los pesados formados en la reacción. Las condiciones de operación de la Torre DA-201 son $T = 365.79^{\circ}\text{F}$ y $P = 0.955$ psia .

El vapor producto de domos es pasado a través de Condensador de producto EA-201 y una vez condensado es enviado al Tanque Acumulador de DDB FA-201, el cual opera a una temperatura de 95°F y presión de 0.61 psia. A estas condiciones es tomado el líquido por la Bomba de reflujo de DA-201, GA-202/R la cual divide su descarga en dos partes, la primera es enviada como reflujo a DA-201 y la segunda parte es enviada a Tanque de almacenamiento de DDB FB-202.

Adicionalmente, para dar el nivel de presión deseado en la Torre DA-201, se prevé el uso del Paquete de vacío PA-201, el cual esta conectado al Tanque FA-201.

El líquido (producto de fondos) es tomado a una presión de 1.455 psia y una temperatura de 530.44°F por medio de la Bomba de producto de fondos GA-201/R, la cual divide a la descarga su flujo en dos corrientes.

La primera es pasada a través del Rehervidor de Torre EA-202 y regresada con una vaporización del 30% al fondo de la Torre de producto.

Como medio de calentamiento a EA-202 se usa aceite de calentamiento (terminol 66).

La segunda corriente constituida por pesados es pasada a través del Enfriador de pesados EA-203 y enviada para su disposición a L.B.

2.- SULFONACION

Tiene como finalidad sulfonar al detergente alquilado base, usando para ello óleum al 20%

Para lo anterior, se carga DDB al Reactor Sulfonador DC-201 por medio de la Bomba de carga de DDB GA-203/R. Esta Bomba toma el DDB del Tanque FB-202.

De manera semejante, se carga óleum al 20% al Reactor DC-201 por medio de la Bomba de carga de óleum GA-205/R, la cual toma el óleum al 20% del Tanque de almacenamiento de óleum FB-201 que es llenado de L.B.

Como característica, esta reacción es exotérmica por lo que habrá que mantener la temperatura a 90-100°F usando para ello agua de enfriamiento (serpentín en el reactor).

Si no se usase el control efectivo de la temperatura la calidad física y química del detergente sulfonado se afectaría. El tiempo de reacción es de 1-2 horas, pero para asegurar una reacción completa se dan 4 horas a una presión atmosférica.

Una vez transcurrido ese tiempo de reacción el producto sulfonado constituido por una mezcla de ácido sulfúrico concentrado y ácido dodecibencensulfónico es tomado por la Bomba de producto sulfonado GA-204/R y enviado al Tanque separador de ácidos FA-301, en donde para lograr la separación de los ácidos y la dilución del ácido sulfúrico hasta un 78% peso se agrega agua mediante la Bomba de agua de proceso GA-301/R, la cual succiona del Tanque de almacenamiento de agua de proceso FB-301 que es llenado de L.B.

Una vez delimitadas las fases y dado el tiempo de asentamiento requerido en el FA-301, la fase orgánica (ácido dodecibencensulfónico) es tomada por la Bomba de ADDBS GA-303/R, la cual lo envía a Tanque de almacenamiento de ADDBS FB-303. La fase acuosa constituida por ácido sulfúrico al 78% es tomada por medio de la Bomba de H₂SO₄ al 78% GA-302/R y enviada a L.B. para disposición.

3.- NEUTRALIZACION

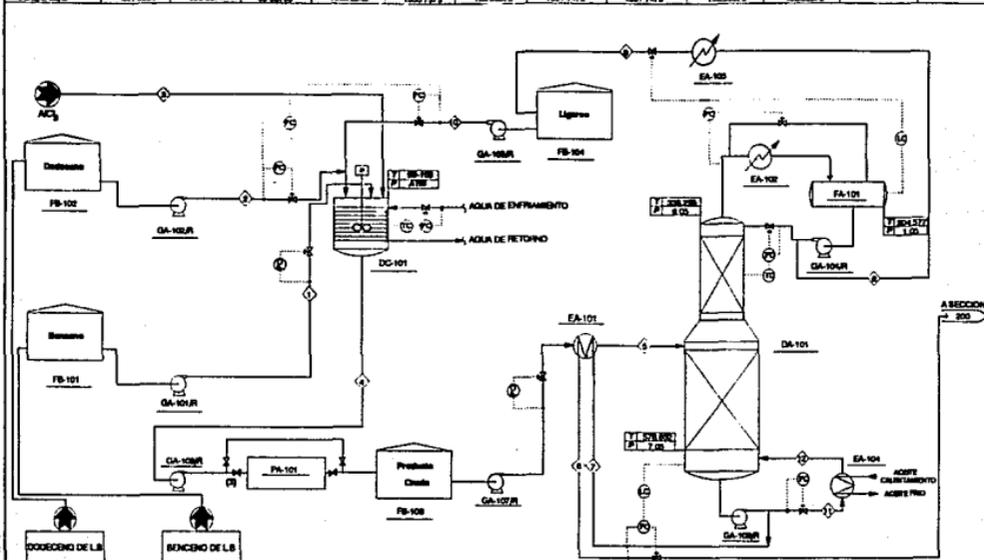
La finalidad de esta sección es dar la constitución y alcalinidad requerida al detergente para su posterior comercialización.

Para lo anterior, el ácido dodecibencensulfónico es cargado al Reactor Neutralizador DC-301 por medio de la Bomba de ADDBS GA-306/R, a partir del Tanque FB-303, de igual forma el agente de neutralización, constituido por una solución de NaOH al 20% es cargado al Reactor DC-301 por medio de la Bomba de NaOH al 20% GA-304/R a partir del Tanque de almacenamiento de NaOH al 20% FB-302, el cual a su vez es llenado de L.B.

Las condiciones de reacción son presión atmosférica, temperatura de 90-100°F, el tiempo de reacción fluctúa en 1-2 horas, mas para completar la reacción se estila dar 4 horas. Como característica de la misma se sabe que es exotérmica, por lo que, para evitar abatir la calidad del producto se mantiene la temperatura en 95°F, acondicionando el Reactor con un serpentín de enfriamiento.

Una vez transcurrido ese tiempo, la mezcla producto contituida por agua y alquilbencensulfonato de sodio es tomada por la Bomba de producto GA-305/R y enviada a L.B. para su posterior tratamiento y distribución.

COMPONENTE	①		②		③		④		⑤		⑥		⑦		⑧		⑨		
	Lb m ³ /hr	% Sol	Lb m ³ /hr	% Sol	Lb m ³ /hr	% Sol	Lb m ³ /hr	% Sol	Lb m ³ /hr	% Sol	Lb m ³ /hr	% Sol	Lb m ³ /hr	% Sol	Lb m ³ /hr	% Sol	Lb m ³ /hr	% Sol	
INGREDIENTE	0.04718	100.0																	
DIÓXIDO			1.048188	98.0	0.04779	100.0	0.004718	7.00000	0.004718	0.0100	0.004718	100.0000	0.000000	0.000000	0.004718	100.0000	0.004718	100.0000	0.004718
D.A.R.					0.004807	71.0000	0.004807	76.0100			0.004807	92.3000			0.004807	92.3000			0.004807
AGU			0.015773	7.0000															
PERMISO			0.015348	0.0000	0.015348	100.0000	0.004808			0.015348	7.0000	0.015348	7.0000						0.015348
T (°F)	68.0		68.0		95		95		80.0		80.0		80.0		68.0		68.0		68.0
P (atm)																			
P (atm) Lb/h	0.01000		0.01000		0.01000		0.01000		0.01000		0.01000		0.01000		0.01000		0.01000		0.01000



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

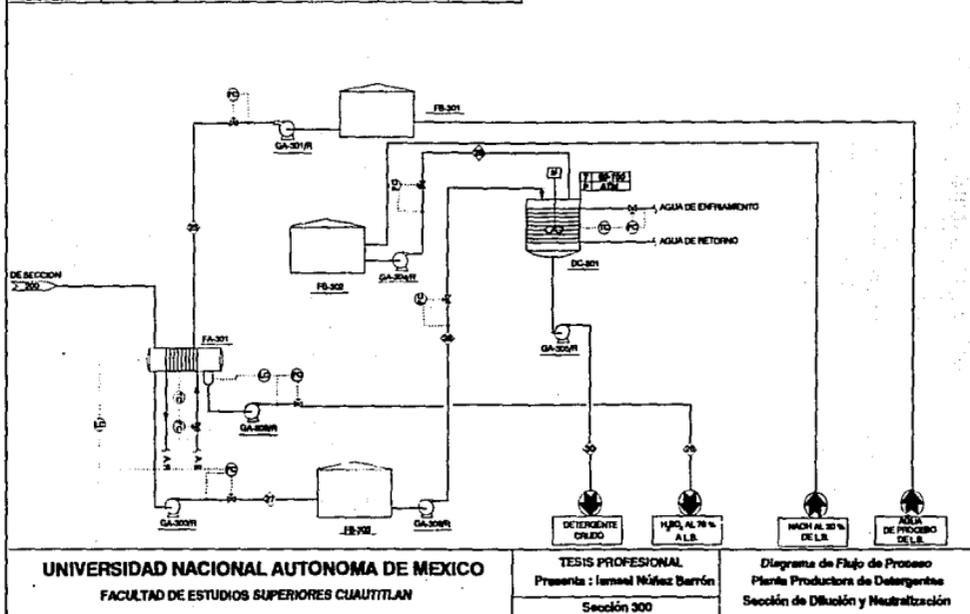
TEBIS PROFESIONAL
Presenta: Ismael Núñez Barrón
Sección 100

Diagrama de Flujo de Proceso
Planta Productora de Detergentes
Sección Reacción y Fraccionamiento

COMPONENTE	1a. macha	% total	2a. macha	% total	3a. macha	% total	4a. macha	% total	5a. macha	% total	6a. macha	% total
ROSA al 20% (2)									30.72883	100.0		
A.D.D.B.A. (1)			8.02947	100.0								
B.S.C. al 78%			28.89287	100.0								
S.B.B.A.A. PRODUCCION									5.28287	100.0		
AGUA	16.89121	100.0									80.22883	100.0
TOTAL	77		88		88		88		77		88	
FLUJO 14%	303.8419		1468.8072		1639.019		1639.019		1018.4833		2878.3722	

NOTAS:

- (1) SE CONSIDERA EL ACIDO SULFURICO AL 78% COMO UN 100%
 (2) SE CONSIDERA A LA ROSA AL 20% COMO UN 100%, EN DECIR A LA MEZCLA ROSA-AGUA EN PROPORCION 80-20, COMO UN 100 %, COMO SI FUERA UN SOLO COMPONENTE.
 (3) EL LISO DEL PRODUCTO ES SOLO PARA CUANDO SE VA A ELIMINAR EL CATALIZADOR



D.- BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA

Una vez establecidos los documentos anteriores (bases de diseño, diagrama de flujo de proceso y descripción de proceso), es necesario ahora definir paso a paso los flujos básicos para cada línea de proceso, en éste se hacen todas las consideraciones ingenieriles pertinentes para cumplir con tal finalidad.

Para los cálculos de la planta y del balance de materia y energía, este se efectuó en dos partes: la primera que corresponde a la sección de alquilación y fraccionamiento se realizó usando un simulador de procesos, los resultados para esta sección se anexan. La última parte se efectuó como se muestra a continuación, por secciones:

SECCION DE FRACCIONAMIENTO

$$\text{Capacidad} = 12.75 \times 10^6 \frac{\text{lb}}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ año}}{300 \text{ días}} = 42500 \frac{\text{lb}}{\text{día}}$$

$$\text{Producción} = \frac{12.75 \times 10^6}{(300)(348.42)} = 121.9792 \frac{\text{lb mol}}{\text{día}} =$$

$$5.0824 \frac{\text{lb mol}}{\text{hr}}$$

Conversión de la reacción de alquilación = 90%

Alimentación de benceno:

$$\frac{5.0824}{0.90} = 5.6471 \frac{\text{lb mol}}{\text{hr}}$$

Alimentación de dodeceno:

$$\frac{5.0825}{0.90} = 5.6471 \frac{\text{lb mol}}{\text{hr}}$$

$$\frac{\text{lb}}{\text{hr}} \text{ SO}_3 \text{ necesario} = 5.0824 \frac{\text{lb mol SO}_3}{\text{hr}} \times \frac{80 \text{ lbs}}{1 \text{ lb mol SO}_3}$$

$$= 406.5974 \text{ lb/hr}$$

lb/hr SO₃ disponible en óleum 20% = 313.1054

La masa de SO₃ faltante = 406.5974 - 313.1054 = 93.492

lb/hr SO₃ los aportará el ácido sulfúrico contenido en el óleum al 20% por lo tanto estas

93.492 $\frac{\text{lb}}{\text{hr}}$ SO₃ equivalen a 1.16865 $\frac{\text{lb mol}}{\text{hr}}$ SO₃, por lo tanto:



i) 1.1686

r) 1.1686 1.1686 1.1686

Las lb/hr de ácido sulfúrico del óleum aportadas para complementar la cantidad de trióxido de azufre son:

$$1.1686 \frac{\text{lb mol}}{\text{hr}} \times 98 \frac{\text{lb}}{\text{lb mol}} = 114.5277 \frac{\text{lb}}{\text{hr}} \text{ H}_2\text{SO}_4$$

H₂SO₄ remanente = 1252.4216 - 114.5277 = 1137.8939 $\frac{\text{lb}}{\text{hr}}$ H₂SO₄

Agua formada en la reacción:

$$1.1686 \frac{\text{lb mol}}{\text{hr}} \times 18 \frac{\text{lb}}{\text{lb mol}} = 21.0357 \frac{\text{lb}}{\text{hr}} \text{ H}_2\text{O}$$

		<u>...en peso...</u>
	1137.8939 $\frac{\text{lb}}{\text{hr}}$ H ₂ SO ₄	98.1849
Acido diluido		
	21.0357 $\frac{\text{lb}}{\text{hr}}$ H ₂ O	1.8150
	<hr/>	<hr/>
	1158.9296 $\frac{\text{lb}}{\text{hr}}$ A.D.	100.0 %

Mezcla de ácidos:

ácido residual = 1158.9296 lbs/hr

ácido DDBS = 1659.019 lbs/hr

Dilución del ácido residual hasta el 78% de concentración en peso:

H ₂ SO ₄	_____	78%	_____	1158.9296 lb/hr
H ₂ O	_____	22%	_____	
Total	_____	100%	_____	X'

$$X' = \frac{1158.9296 \times 100}{78} = 1485.8072 \frac{\text{lbs}}{\text{hr}} \text{ de ácido al } 78 \%$$

El agua necesaria para diluirlo al 78 % sera :

$$1485.8072 - 1158.9296 = 326.8776 \text{ lb/hr H}_2\text{O}$$

Esto si el ácido estuviese al 100% peso como está al 98.18% peso ya trae agua, la cual habrá que restarsele al agua necesaria, por lo tanto:

$$\text{Agua para dilución} = 326.8776 - 21.0357 = 305.8419 \text{ lbs/hr}$$

Compuesto	Entradas (lb/hr)	Salidas (lb/hr)
ADDBS	1659.02	1659.02
Acido residual	1158.93	1158.92
Agua	305.84	326.88

De esas 1158.9296 lb/hr, el 98.18% lo constituyen 1137.8939 lbs/hr de ácido sulfúrico, el restante 1.82% está constituido por agua.

Teóricamente la literatura reporta la siguiente relación de agua a ácido sulfúrico:

$$1 \text{ lb H}_2\text{O} / \text{lb H}_2\text{SO}_4 = 0.244$$

Por balance se obtiene la siguiente relación:

$$305.8419 / 1252.4216 = 0.2442$$

En el presente balance se ha considerado las trazas de Dodeceno que acompañan al Dodecibenceno como material inerte.

NEUTRALIZACION

Se usará como agente de neutralización una solución de hidróxido de sodio al 20% en peso.

Cantidad de ADDBS por neutralizar = 1659.019 lb/hr

Impurezas de material inerte = 0.1682 lb/hr

La conversión para esta reacción considerada en el presente fue del 100%.

Reacción efectuada:



i) 5.0824

r) 5.0824 5.0824

f) _____ _____ 5.0824 5.0824

$$\frac{\text{lb NaOH}}{\text{hr}} = 5.0824 \frac{\text{lb mol}}{\text{hr}} \times \frac{40 \text{ lb}}{\text{lb mol}} = 203.2986 \frac{\text{lbs}}{\text{hr}} \text{ al } 100\%$$

pero como se usa una sosa al 20% la cantidad de sosa diluida al 20% será:

$$(203.2986 \text{ lbs/hr} \times 100)/20 = 1016.4935 \text{ lb/hr}$$

Esas 1016.4935 lbs/hr de NaOH al 20% contienen un 80% de agua como sigue:

Solución	Componente	Cantidad	Porcentaje
Sosa al 20%	Agua	813.19478	80%
	NaOH	203.2986	20%

Producción de D.D.B.S.S. :

$$5.0824 \frac{\text{lb mol}}{\text{hr}} \times 348.42 \frac{\text{lbs}}{\text{lb mol}} = 1770.8333 \frac{\text{lbs}}{\text{hr}} = 42500 \frac{\text{lbs}}{\text{día}}$$

El agua formada en la reacción es como sigue:

$$5.0824 \frac{\text{lb mol}}{\text{hr}} \times \frac{18 \text{ lbs}}{\text{lb mol}} = 91.4844 \frac{\text{lbs}}{\text{hr}}$$

MATERIAS REACCIONANTES	LB/HR.	PRODUCTOS	LB/HR.
ADDBS Acido dodecilben- censulfónico	1659.02	DDBSS = ABSS Dodecilbencensul- fonato de sodio	1770.83
NaOH al 20%	1016.49 *	Agua *	91.48
		Agua con NaOH al 20% **	813.20
T O T A L	2675.51		2675.51

* Obtenido de la reacción química

** Agua que acompaña a la sosa al 20% (corresponde al 80%)

PRODUCTO	MASA (LB/HR.)	% PESO
DDBSS (ABSS)	1770.83	66.18
Agua	904.67	33.81
T o t a l	2675.51	100%

2005d14 14
#datos t=530.44,P=39.78,#END
7011D14 83 36
#DATOS CRSP=119.01896,#END
2005D83 83
#DATOS P=39.78,#END
3001D83 15
#DATOS P=11.46,#END
6010D15 17
#DATOS Q=463261.7,DP1=10.0,#END
6021D14 34 00 00
#DATOS T=100.0,DP1=10.0,#END
3001D34 16
#DATOS P=19.78,#END
2008DCC 1 1
BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA PLANTA DE CATERPILLARS
#CCMP X=5.647,0.,0.,#END
#DATOS T=95.,P=28.0,#END
2008D00 2
#COMP X=0.,5.647,0.,#END
#DATOS T=95.,P=16.38,#END
2005 05 5 501 502
2008 7 ;
2008 8 8
2008 32 ;
2008 13 13
2008 14 14
2008 16 16
2008D 4 50
#DATOS P=38.45,#END

?

INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO
 PLANTA ABES
 LOCALIZACIÓN PACHUCA, HGO.
 CLIENTE TESIS 198-ANUC

SUBDIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE EFECTOS DE PLANTAS INDUSTRIALES
 CONTRATO
 FECHA 07 ABO. 1993 17:07:01
 ESCOC FOR 108-AN
 AP. POP

BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA-PLANTA DE DISTRIBUCIONES

SIMPCC-11

CONDICIÓN NO. (PABO)	1 LIQ		2 LIQ		3 LIQ		501 LIQ		7 LIQ	
COMPONENTE	LB-MOL/H	% MOL	LB-MOL/H	% MOL	LB-MOL/H	% MOL	LB-MOL/H	% MOL	LB-MOL/H	% MOL
BANCIENO	5.547	100.000	0.000	0.000	0.565	8.513	0.565	8.512	0.000	0.000
BODIENOS	0.000	0.000	5.647	100.000	0.565	8.513	0.565	8.513	0.000	0.000
BODIENOS	0.000	0.000	0.000	0.000	5.082	76.619	5.082	76.619	5.082	76.619
PIENSO	0.000	0.000	0.000	0.000	0.422	6.355	0.422	6.355	0.422	6.355
TOTAL LB-MOL/H	5.547	100.000	5.647	100.000	6.633	100.000	6.673	100.000	5.505	100.000
FLUJO TOTAL LB-H/H	441.	220.	950.	431.	1531.	694.	1531.	694.	1252.	571.
TEMPERATURA F ° C	35.00	35.00	95.00	35.00	365.00	180.00	360.00	180.00	576.00	393.00
PRESIÓN ESTADÍSTICA MAN.	16.70	1.174	5.48	0.385	17.19	1.205	17.19	1.205	49.56	3.414
(P. ATM = 14.700 PSIA)										
TIPO DE MEDICIÓN METRO	78.108	9.123	168.312	12.186	230.761	11.543	230.761	11.543	252.821	11.457
DIAS RELATIVA A 60 ° F API	0.8840	28.455	0.7712	52.000	0.85613	31.814	0.85613	31.814	0.87335	31.545
ESP. A 60 ° F		34.2		24.5		121.1		121.2		109.2
WATTSO ESP. 1 F/60P, 1ATM	0.054	0.051	0.054	0.051	0.057	0.056	0.057	0.056	0.053	0.050
TIPO A PVT LB/PI3/G/CM3	51.4036	0.31145	47.5224	0.76123	49.2391	0.78973	49.2392	0.78973	45.1114	0.7223
GPM A P Y T		1.0		2.5		3.9		3.9		3.8
CALOR ESP. A PVT BTU/LB-°	0.1862		0.4922		0.5760		0.5760		0.2795	
CP/CV	2.2465		1.0832		1.0695		1.0695		1.0832	
VISCOSIDAD CENTIPOISE	1.7212		0.7198		0.9048		0.9048		0.5543	
COND. TÉRMIC BTU/3-FT-P	0.0834		0.0470		0.0514		0.0514		0.0464	
FACTOR COMPRESIBILIDAD	0.0069		0.0100		0.0152		0.0152		0.0167	
ENTALPIA ESP. BTU/LB-MOL	-10581.89		-3265.42		24688.26		24688.26		62056.89	
ENTALPIA NETO/H	-59.8		-19.4		163.8		163.8		341.6	

MOD 81827
 MEDIO DE LINEA

INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO
PLANTA ASSE
LOCALIZACIÓN: POCUPEA, RGO.
CLAVE: T875 18B-AMU

SUBDIRECCION DE INGENIERIA DE PROYECTOS DE PLANTAS INDUSTRIALES
CONTRATO
FECHA: 07 AGO. 1993 11:07:04

HECHO POR: JUP **
AP. POR

BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA PLANTA DE DERIVADOS*

SIMPRO-11

CORRIENTE NO. (PASE)	8 LIQ		9 LIQ		13 LIQ		14 LIQ		16 LIQ	
	LB-MOL/H	% MOL								
COMPONENTES										
BENCENO	0.000	0.000	0.565	30.026	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
DOBACENO	0.001	0.012	0.568	49.947	0.001	2.015	0.000	0.000	0.000	0.000
DOBACILENOC.	5.082	92.130	0.000	0.000	5.082	99.985	0.000	0.000	0.000	0.000
PESADO	0.422	7.659	0.000	0.000	0.000	0.000	0.422	39.997	0.422	39.997
TOTAL LB-MOL/H	5.505	100.000	1.133	100.000	5.082	100.000	0.422	100.000	0.422	100.000
FLUJO TOTAL LB/H * KG/H	1392.	431.	139.	43.	1257.	398.	179.	43.	139.	43.
TEMPERATURA F * C	340.23	171.24	95.06	35.03	95.14	35.08	530.44	276.91	100.09	37.83
PERCENT GSC/MG/CMI MAN. (F. ATM = 11.2060 PSIA)	38.56	2.711	13.00	0.914	4.00	0.282	20.10	2.002	8.46	0.596
FRSO MOLICULAS/M WATSON	252.021	21.557	129.130	11.405	245.408	11.902	330.137	12.050	330.139	12.050
DENS RELATIVA A 60 F/40F	0.87323	30.542	0.80276	44.543	0.91291	30.602	0.87616	30.200	0.87626	30.000
BPD A 60 F	109.2		11.9		98.3		10.5		10.9	
WATSON ESP. L. F0/60F, 1ATM	0.053	0.050	0.011	0.010	0.049	0.046	0.024	0.024	0.024	0.024
DENS A 60 F Y 1 LB/PT/30G-CMI	50.1420	0.80322	49.4957	0.79206	57.4655	0.80204	7.2676	0.76249	54.1176	0.80328
GRN A P T	3.5		0.4		2.5		0.4		0.4	
CALOR ESP. A 60 F BTU/LB-F	0.5630		0.4645		0.4107		0.0935		0.4662	
CP/CF	1.0600		1.1337		1.0549		1.0501		1.0576	
VISCOSIDAD CENTIPOISE	1.1366		0.8923		2.7168		1.0833		4.2020	
COND. TERMIC BTU/FT-PT-F	0.0591		0.0513		0.0603		0.0480		0.0562	
FACTOR COMPRESIBILIDAD	0.0193		0.0102		0.0110		0.0250		0.0201	
ENTALPIA ESP. BTU/LB-MOL	24625.49		-6730.67		-6730.94		60092.56		-1590.68	
ENTALPIA NETO F	135.6		-7.6		-34.2		31.8		-0.6	

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INSTITUTO VENEZOLANO DEL PETROLIO
 PLANTA 4883
 LOCALIZACION: PAGOCHA, BOL.
 CLIENTE: TESIS CON-AMTU

SUBDIRECCION DE INVESTACION DE PROYECTOS DE PLANTAS INDUSTRIALES
 CONTRATO
 PETSA 07 AGO. 1993. 19:57:04
 HEMO SUR
 AF 918

BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA*PLANTA DE DIBURGANTES*

SIMPDOC-17

COEFICIENTE SG. (PASH)	SG LIQ	
COMPONENTES	LB-MOL/H	A MOL
EBNCEHC	0.565	8.513
COBCEHCNS	0.565	8.513
COBCEHCENFNC.	5.082	76.619
FRSADO	0.422	6.355
TOTAL LB-MOL/H	6.637	100.000
*CUIDO TOTAL LB/H * KG/H	1531.	674.
TEMPERATURA P * C	95.00	35.50
PRESSION PSIG*KG/CM2 MAN.	27.19	1.912
(P. ATM = 11.3500 PSIA)		
PEC. MOLECULAR*KG WATSON	230.761	11.543
DENS. RELATIVA A 60 °API	0.86643	31.814
EPD A 60 P		121.1
KMPGSD 68P, 1 KG*CCP, 1ATM	0.063	0.060
DENS A PTT LB/PT*G/CM3	53.4588	0.85633
GEN A F Y T		3.6
CALOR ESP A PTT BTU/LB-F		0.4377
CP/CV		1.0588
VISCOSIDAD CENTIPOISE		2.3551
COND. TERMIC BTU/H-FT-F		0.0583
FACTOR COMPRESIBILIDAD		0.0279
ENTALPIA ESP. BTU/LB-MOL		-6373.25
ENTALPIA RESU/B		-42.3

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

E.- LISTA DE EQUIPO

Es un listado general de todos los equipos mostrados en el diagrama de flujo de proceso, clasificandolos de manera ordenada, para esto último se les asignan claves según el equipo de acuerdo a estándares de ingeniería, esto es mostrado a continuación:

CLAVE	EQUIPO
DA	Torres de destilación
DC	Reactores
FA	Tanques acumuladores y separadores
FB	Tanques de almacenamiento
EA	Intercambiadores de calor
GA	Bombas
PA	Paquetes

Además se definen en este documento las características inherentes al equipo como son: capacidad, longitud, diámetro, carga térmica, potencia, diferencia de presión, etc... Estas características fueron previamente evaluadas, en el periodo del estimado del equipo.

A continuación se muestra este documento por secciones, de acuerdo al diagrama de flujo, como sigue:

- * Sección 100: alquilación y fraccionamiento
- * Sección 200: fraccionamiento y sulfonación
- * Sección 300: separación de ácidos y neutralización

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

SECCION 100

<u>CLAVE</u>	<u>SERVICIO</u>	<u>CARACTERISTICAS</u>	
		DIAMETRO (mm)	LONGITUD (mm)
DA-101	Torre recuperadora de ligeros	203	12397
		457	
DC-101	Reactor alquilador	1614	2421
FA-101	Tanque de balance de Torre	305	610
	DA-101		
FB-101	Tanque de almacenamiento de benceno	1981	2438
FB-102	Tanque de almacenamiento de dodeceno	2436	3200
FB-103	Tanque de producto crudo	3048	3658
FB-104	Tanque de balance de recirculación de ligeros	1372	1829
EA-101	Pre calentador de Torre DA-101	QT= 206059	BTU/HR.
EA-102	Condensador de Torre DA-101 (*)	QT= 72300	BTU/HR.
EA-103	Enfriador de ligeros (*)	QT= 8684	BTU/HR.
EA-104	Rehervidor de Torre DA-101	QT= 240592	BTU/HR.
		DIF. PRESION	CAPACIDAD
		(lb/In ²)	(GPM)
GA-101/R	Bomba de carga de benceno	16.54	28
GA-102/R	Bomba de carga de dodeceno	5.05	69
GA-103/R	Bomba de efluente de DC-101	9.07	103

GA-104/R	Bomba de reflujo a DA-101	31.85	1
GA-105/P	Bomba de ligeros a DC-101	4.63	10
GA-106/R	Bomba de fondos de DA-101	38.50	33
GA-107/R	Bomba de carga DA-101	36.87	5.0
PA-101	Paquete de eliminación de catalizador	**	

(*) En estos equipos se dió un 15% de sobrediseño, el cual aplica para el cálculo del agua de enfriamiento.

** Por proveedor

LISTA DE EQUIPO

SECCION 200

<u>CLAVE</u>	<u>SERVICIO</u>	<u>CARACTERISTICAS</u>	
		DIAMETRO (mm)	LONGITUD (mm)
DA-201	Torre fraccionadora de dodecil- benceno-pesados	1067	15445
DC-201	Reactor sulfonador	1772	2658
EA-201	Condensador de Torre DA-201 (+)	QT= 687294	BTU/HP.
EA-202	Pehervidor de Torre DA-201	QT= 463263	BTU/HR.
EA-203	Enfriador de pesados (+)	QT= 39780	BTU/HR.
FA-201	Tanque de balance de DA-201	610	1219
FB-201	Tanque de almacenamiento de óleum	2286	2743
FB-202	Tanque de almacenamiento de dodecilbenceno	2743	3200
		DIF. PREÑION (lb/in ²)	CAPACIDAD (GPM)
GA-201/R	Bomba de fondos de DA-201	28.11	35.0
GA-202/R	Bomba de reflujo a DA-201	30.00	7.0
GA-203/R	Bomba de carga de dodecil- benceno a DC-201	11.00	80.0
GA-204/R	Bomba de producto sulfonado Crudo	5.65	130.0
GA-205/R	Bomba de carga de óleum	12.42	51
PA-201	Paquete de vacío	**	

LISTA DE EQUIPO

SECCION 300

<u>CLAVE</u>	<u>SERVICIO</u>	<u>CARACTERISTICAS</u>	
		DIAMETRO (mm)	LONGITUD (mm)
DC-301	Reactor neutralizador	1762	2642
FA-301	Tanque separador de ácidos	1524	4572
FB-301	Tanque de almacenamiento de Agua de Proceso	1676	2134
FB-302	Tanque de almacenamiento de solución de sosa al 20%	2286	2743
FB-303	Tanque de almacenamiento de ácido dodecibencensulfónico	2743	3200
		DIF. PRESION (lb/in ²)	CAPACIDAD (GPM)
GA-301/R	Bomba de carga de agua	9.24	17.0
GA-302/R	Bomba de ácido gastado	7.67	50.0
GA-303/R	Bomba de ácido dodecibencen- sulfónico a FB-303	7.30	82.0
GA-304/R	Bomba de carga de sosa a DC-301	10.35	46.0
GA-305/R	Bomba de producto crudo a LB	6.22	145.0
GA-306/R	Bomba de ácido dodecibencen- sulfónico a DC-301	11.43	82.0

CRITERIOS DE DISEÑO

Los criterios de diseño se establecen como una serie de lineamientos empíricos producto de la experiencia, aunados a los obtenidos por medio de fuentes bibliográficas para ser seguidos durante el diseño y estimado de las unidades de proceso para la planta, están constituidos por una serie de factores los cuales varían en función de diversas consideraciones como son una eficiente o ineficiente instrumentación, el tipo de operación, flexibilidad, y por último la experiencia del ingeniero de procesos. En la presente evaluación se definen para los siguientes equipos de proceso:

- * Tanques de almacenamiento
- * Tanques acumuladores
- * Bombas
- * Fijación de niveles y alarmas en equipo de almacenamiento
- * Torres de destilación
- * Intercambiadores de calor
- * Líneas de succión y descarga de bombas

Todos los lineamientos mencionados serán seguidos durante la ejecución del diseño de los equipos de proceso para la planta de detergentes. A continuación se describen como sigue:

- TANQUES DE ALMACENAMIENTO:

Las dimensiones de estos equipos se fijaron en función de la capacidad de tanques de almacenamiento a nivel comercial, ya que si se hubieran diseñado los tanques sin considerar estándares comerciales saldría más costosa la inversión en la planta. Los estándares a los cuales se ajustaron los tanques por capacidad fueron los fijados por normas de PEMEX para almacenamiento de hidrocarburos.

Los tiempos de residencia para estos equipos se fijaron en función de las necesidades de las materias primas, se fijaron en un rango de 1 a 3 días.

- TANQUES ACUMULADORES:

En lo que respecta a este tipo de equipos en el presente trabajo se optó por tomar una geometría horizontal. Los tiempos de residencia para estos equipos se fijaron entre cinco y 10 minutos, lo que depende de que tan eficiente sea la operación de los instrumentos y de los operadores.

- BOMBAS:

Para el diseño real de estos equipos es necesario consultar a proveedores y fabricantes con la finalidad de que proporcionen las curvas de operación y tipos de bombas que podrían servir al proceso. En el presente trabajo se hace un estimado completo de las mismas, el cual deberá corroborarse con el fabricante.

Este estimado se hace considerando toda la instrumentación mostrada en los diagramas de tubería e instrumentación, así como dando un sobrediseño tanto a las tuberías, a las longitudes de tramo recto y considerando accesorios típicos de tubería.

- NIVELES EN EQUIPOS DE PROCESO:

En cuanto a la determinación de la localización de niveles, se siguen los lineamientos generales para la industria petroquímica, los cuales se fijan como sigue:

a) Nivel mínimo: localizado a 152 mm sobre la tangente

b) Nivel normal: se localizará al 60% entre nivel máximo y nivel mínimo.

$$N_{nor} = (N_{m\acute{a}x.} - N_{m\acute{i}n.}) \times 0.6 + 152$$

c) Nivel máximo: se localizará al 85% de la altura total, entre tangentes o al 90% de la capacidad total del tanque.

$$N_{m\acute{a}x.} = 0.85 L_{t-t}$$

$$V_{m\acute{a}x.} = 0.9V_t$$

$$N_{m\acute{a}x.} = (4V_{m\acute{a}x.})/3.1416 \times D_i^2$$

- ALARMAS: ALTO Y BAJO NIVEL

En cuanto a las alarmas por alto y bajo nivel se fijan de la siguiente manera:

a) Alarma por alto nivel: se localizará al 80% entre nivel máximo y nivel mínimo a partir de la tangente.

$$AAN = (Nm\acute{a}x. - Nm\acute{i}n.) \times 0.8 + 152$$

b) Alarma por bajo nivel: se localizará al 25% entre el nivel máximo y nivel mínimo a partir de la tangente.

$$ABN = (Nm\acute{a}x. - Nm\acute{i}n.) \times 0.25 + 152$$

donde:

Nm^áx. = nivel máximo en mm.

Nmⁱn. = nivel mínimo en mm.

AAN = Alarma por Alto Nivel en mm.

ABN = Alarma por Bajo Nivel en mm.

Vm^áx = Volumen a nivel máximo.

Vt = Volumen del tanque tangente a tangente.

Di = Diámetro interior del tanque.

L_{t-t} = Longitud tangente a tangente.

- TORRES DE DESTILACION:

En lo que respecta a los equipos de destilación se tomó el siguiente criterio: Para diámetros internos de torres de destilación menores a tres pies se optó por seleccionar como unidades de transferencia empaques ya sea estructural o cerámico, debido a que resulta más económico y rentable el optar por seleccionar una torre empacada que una de platos cuando hablamos de diámetros pequeños (entre 3 y 5 pies).

En cuanto a la selección del resto de los internos de la misma se hace en función del diámetro interno de la torre, dichos internos son los siguientes:

- Plato soporte
- Plato limitador
- Distribuidor de flujo
- Redistribuidor de flujo

Para la selección de estos equipos es necesario consultar catálogos de fabricante para seleccionar el tipo que sea más eficiente al proceso y a la operación.

En lo que respecta al número de camas empacadas, se optó por localizar camas de entre 5 y 8 pies de longitud y no mayores de 10 debido a que se tendrían problemas en la distribución interna del líquido, lo cual causaría canalizaciones del mismo y por lo tanto ineficiencia del empaque.

Por lo anterior, se sugiere colocar redistribuidores de líquido después de cada lecho empacado para evitar tales problemas.

Una vez estimado este equipo es necesario someterlo a cotización con los diferentes proveedores del mismo, los cuales volverán a evaluar los datos y especificaciones de la torre en función de su servicio, con la finalidad de corroborar lo estimado por el cliente y así poderle ofrecer la mejor alternativa a sus necesidades de separación.

En cuanto a la disposición y localización de los niveles en la torre, se toman tiempos de residencia dados entre 3 y 7 minutos, si se prevee una buena instrumentación es recomendable dar tan solo 3-5 minutos, si por el contrario se piensa en una instrumentación regular en términos generales y considerando que los operadores no son tan eficientes es recomendable dar tiempos de residencia de hasta 10 minutos. esto es definido por el Ingeniero de Procesos.

La finalidad y lo que se debe pensar es dar inventario siempre a la bomba de fondos de la torre de destilación, y al rehervidor de fondos de la torre, para evitar afectar operacionalmente estos equipos; tiempos cortos implican instrumentación y control excelente, por lo tanto para dar seguridad durante un estimado de un equipo de destilación es aconsejable considerar un tiempo de residencia de 5 minutos.

Para nuestro estimado se empacan la torres con anillos rashig de 0.75 pulgadas.

Cuando una torre según estimado de la misma es muy alta, háblese de que la torre es empacada o de platos, podría pensarse en empacar la torre con empaques de alta eficiencia, los cuales son comerciales ya en nuestro país, y están disponibles en diferentes tamaños a nivel industrial. Con esto nuestra operación se ve favorecida por las siguientes ventajas:

- 1.- La altura disminuye considerablemente con respecto al tamaño original.
- 2.- Podría procesarse más carga a la torre, dada la eficiencia de estos empaques.
- 3.- Es más flexible la operación.
- 4.- La cimentación y soportes de la misma son menores lo cual podría representar una economía y seguridad en caso de riesgos por terremotos o sismos.

Como desventaja principal es que el costo de inversión se elevaría de manera considerable.

- INTERCAMBIADORES DE CALOR:

Entre estos equipos encontramos los enfriadores de proceso, rehervidores de fondos de torres de destilación, condensadores de torres de destilación; su función es intercambiar el nivel de temperaturas esto entre un fluido de servicio y otro de proceso. Como fluido de servicio se usan comunmente agua de enfriamiento en el caso de los enfriadores, aunque en la industria sea común utilizar entre sí corrientes de proceso para enfriar o calentar según sea el caso otra línea, otros fluidos de servicio son vapor de agua o aceite de calentamiento, el usar uno u otro fluido es función del nivel de temperatura de calentamiento requerida en proceso.

Así, por ejemplo, es más práctico usar aceite de calentamiento para temperaturas mayores a 450°F , que usar vapor de agua, el cual a medida que se aumenta la temperatura se tendrá que incrementar el grado de sobrecalentamiento, lo cual representa problemas operacionales y de economía.

A continuación se describen algunos criterios de caída de presión y acercamiento mínimo de temperaturas.

Para enfriadores es común considerar por proceso una caída de presión de 10 lb/in^2 .

Para condensadores es conveniente usar una caída de presión de 5.0 lb/in^2 .

Para condensadores de torres de vacío es importante que la caída de presión no sea mayor de 0.5 lb/in^2 .

En cuanto al acercamiento mínimo de temperaturas es recomendable que siempre se encuentre por encima de los 5°F , debido a que acercamientos menores podrían provocar un tamaño del equipo muy grande. Generalmente se estila andar y estimar por encima de este rango, es decir entre los $5\text{-}10^{\circ}\text{F}$.

- ESTIMADO DE LAS LINEAS DE PROCESO: SUCCION Y DESCARGA DE LAS BOMBAS:

Para el estimado del tamaño de las líneas se considera la siguiente ecuación:

$$D = (0.408 G/Vr)^{0.5}$$

Donde: D = diámetro de la tubería en pulgadas

G = gasto a manejar por la línea en GPM

Vr = velocidad recomendada para el fluido en la línea en ft/s.

Otros criterios son más específicos, como son a la succión y descarga de bombas, es decir habrá que considerar si son fluidos viscosos, (con viscosidad mayor a 10 cp) o si no lo son, habrá que considerar como criterio la caída de presión permisible en función de si es saturado o subenfriado, esto cuando se estan evaluando las bombas de proceso.

Otro factor importante es el referente a la caída de presión en la línea este nunca debe ser mayor a 2 lb/in², debido a que si se toma esta caída de presión se estara desperdiciando mucha energía en las bombas, razón por la cual se debe trabajar de manera normal con una caída de presión máxima en 100 pies de 1.0 lb/in².

G.- HOJAS DE DATOS DE EQUIPOS

Una vez definido el balance de materia y energía y luego de haber realizado el diseño y especificación de equipos, se genera la hoja de datos de los mismos. Este documento tiene la función de mostrar las características inherentes de cada equipo como son: tipo, código aplicable, longitud, diámetro, niveles, alarmas, potencia, tamaño de boquillas, así como selección de materiales y dispositivos de seguridad y alivio (venteos, registros para mantenimiento). Podemos decir que es una fotografía del equipo en sí. En este documento se definen todos los detalles del equipo.

A continuación se muestran por equipos para la planta productora de ABSS:

- Torres de Destilación
- Reactores
- Tanques Acumuladores y Separadores
- Tanques de Almacenamiento
- Bombas

H.- DIAGRAMAS DE TUBERIA E INSTRUMENTACION

Se define para esta planta una vez que ya se tiene el diagrama de flujo de proceso, las bases de diseño y las filosofías de operación (*).

En él se instrumentan todos los equipos de proceso y las líneas, previendo así con ello el monitoreo y control de variables como son la presión y la temperatura. Adicionalmente se instrumentan todos los dispositivos para actuar bajo condiciones anormales (falla de energía eléctrica, agua de enfriamiento, descenso de presión, etc.)

En el documento que se anexa a continuación sólo se contempla el estimado de las líneas de succión y descarga, de las bombas, éste se hizo en base a los lineamientos mostrados en los criterios de diseño.

(*) En esta evaluación no se desarrollan las filosofías de operación

I.- PLANO DE LOCALIZACION GENERAL

Teniendo el diagrama de flujo de proceso y el diagrama de tubería e instrumentación, es necesario ahora generar el plano de localización de equipo, en el cual se muestra el arreglo general de todo el equipo y su localización obedece a prácticas que definen seguridad en cuanto a orientación de equipos peligrosos desde el punto de vista operacional y obedece también a prácticas de mantenimiento del equipo. En este plano se muestran todos los equipos e instalaciones principales, es un reflejo de como se observará después de la construcción la planta.

PROYECTO: TESIS PROFESIONAL

PLANTA: PRODUCTORA DE DETERGENTES

HOJA 1 DE 1

LOCALIZACIÓN: PACHUCA HIDALGO, MÉXICO

CLAVE: DA-101

TIPO: EMPACADA SERVICIO: TORRE RECUR. DE LIXIGENOS

DIAMETROS: 203 mm Y 457 mm

ALTURA TOTAL: 12397 mm

TEMPERATURA DE OPERACION: Sup 170 C INF 301 C

PREMION DE OPERACION: 1.22 Kg/cm²

DISEÑO: T. SUP. 185 C INF. 316 C P: 1.484 Kg/cm² abs.

MATERIALES CARCARON: A.C REC. INTERNO: NO ESPESOR --mm

CORROSION PERMISIBLE CARCARON: 3.2 mm

RELEVADOR DE EBFUERZOS: 81 x NO

ABLAMIENTO: 81 x NO

MATERIAL: PLATOS: NO UNIDADES DE CONTACTO-EMPAQUE 81

EMPAQUES

TIPO: ANILLOS RASHIG # CAMAS: 4

ALTURA DE CADA CAMA: (1) mm PESO POR CAMA: (2) Kg

BOQUILLAS

No.	No REQ.	DIAM. NOM.	SERVICIO
1	3	(4)	Registro de tapa y pesacorte
7	1	(4)	Salida de vapor a EA-102
8	1	36	Ventoso
10	1	(4)	Reflejo de GA-104/R
11	1	(4)	Alimentacion de GA-107/R
14	1	(4)	Al rehervidor EA-104
15	1	(4)	Del rehervidor EA-104
18	1	(4)	Salida de liquido a GA-106/R
83	1	(4)	Válvula de seguridad
86	1	81	Conexion de servicios
43	8	(4)	Tampopozo
46	2	36	Nivel exterior
47	3	(4)	Control de presión

NOTAS: (1) Ver dibujo

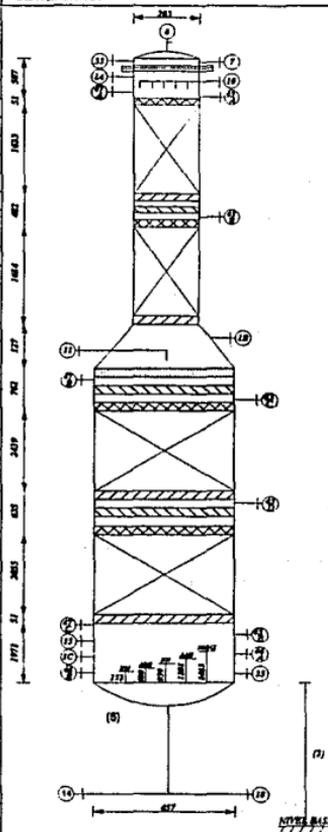
(2) Se da en funcion de las características del empaque.

(3) Altura del faldón, definida por el NPSH de GA-106/R

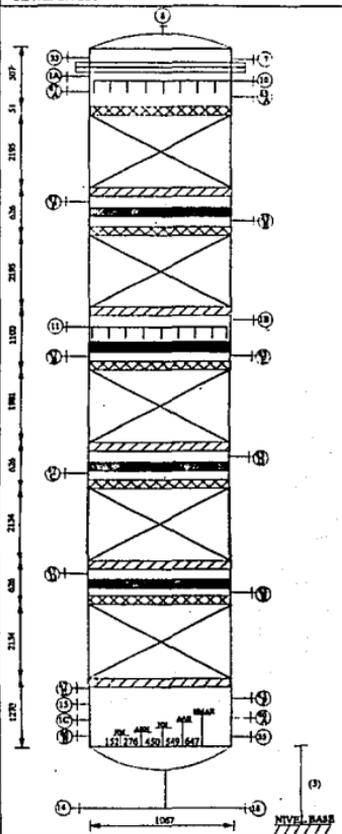
(4) El tamaño y orientación de las boquillas no se define.

(5) La torre deberá tener aislamiento y será por proveedor.

ELABORO:
REVISO:
FECHA:



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN			HOJA DE DATOS DE PROCESO PARA TORRES	
PROYECTO: TESIS PROFESIONAL		PLANTA: PRODUCTORA DE DETERGENTES		HOJA 1 DE 1
LOCALIZACION: PACHUCA HIDALGO, MEXICO			CLAVE: DA-201	
TIPO: EMPACADA BERVICIO-TORRE FRACC. DE D.B-PESADOR				
DIAMETRO: 1067 mm				
ALTURA TOTAL: 15445 mm				
TEMPERATURA DE OPERACION: SUP 186 C INF 276 C				
PRESION DE OPERACION : 0.06715 Kg/cm ² abs				
DISEÑO: TEMP. SUP. 200 C INF. 291 C PRESION:0.06058 Kg/cm ² abs.				
MATERIALES-CASCARON: A.C REC. INTERNO: NO ESPESOR--mm				
CORROSION PERMISIBLE CASCARON: 3.2 mm				
RELEVADOR DE ESFUERZOS: SI x NO				
AISLAMIENTO: SI x NO				
MATERIAL: PLATOS: NO UNIDADES DE CONTACTO EMPAQUE SI				
EMPAQUES				
TIPO: ANILLOS RABIG # CAMAS: 5				
ALTURA DE CADA CAMA: (1) mm PESO POR CAMA: (2) Kg				
BOQUILLAS				
No.	No REQ.	DIAM NOM.	SERVICIO	
1	3	(4)	Registro de tapa y pesante	
7	1	(4)	Salida de vapor a EA-201	
8	1	38	Ventoso	
10	1	(4)	Reflujo de GA-202/R	
11	1	(4)	Alimentacion de GA-105/R	
14	1	(4)	Al rehervidor EA-202	
15	1	(4)	Del rehervidor EA-202	
18	1	(4)	Salida de liquido a GA-201/R	
33	1	(4)	Válvula de seguridad	
35	1	51	Conexion de servicios	
43	6	(4)	Termopozo	
46	2	38	Nivel exterior	
47	6	(4)	Control de presión	
NOTAS: (1) Ver dibujo				
(2) Se da en funcion de las características del empaque.				
(3) Altura del faldón, definida por el NFSH de GA-201/R				
(4) El tamaño y orientación de las boquillas no se define.				
(5) La Torre por seguridad y proceso tendrá aislamiento, definido por el proveedor.				
ELABORO: _____				
REVISO: _____				
FECHA: _____				



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO				HOJA DE DATOS DE PROCESO PARA RECIPIENTES				
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN				TEBIS PROFESIONAL				
PLANTA PRODUCTORA DE DETERGENTES (A.B.S.S)				HOJA 1 DE 1				
LOCALIZACION PACHUCA, HGO.				REQ./O.C. N.-				
CLAVE DEL EQUIPO: DC-101 (S)			N° UNIDADES UNA					
SERVICIO Reactor Alquilador			POSICION: VERTICAL					
TIPO DE FLUIDO : LIQUIDO		FLUJO: 4958		L/CICLO: DENSIDAD 0.877(2.43/0.759)		g/cm ³		
VAPOR O GAS		FLUJO: ---		m ³ /s; DENSIDAD		g/cm ³		
TEMPERATURA OPERACION 38 °C; MAXIMA 38 °C; DISEÑO 80 °C								
PRESION : OPERACION ATM		kg/cm ² man; MAXIMA ATM		kg/cm ² man; DISEÑO ATM		kg/cm ² man		
DIMENSIONES : LONGITUD T.T 2421 mm ; DIAMETRO 1614 mm		CAP. TOTAL 4958		[T.T] litros				
NIVEL : NORMAL --- mm ; MAXIMO --- mm		MINIMO --- mm						
ALARMA ALTO NIVEL --- mm ; ALARMA BAJO NIVEL --- mm		NIVEL DE PARO --- mm						
MATERIALES : CASCARON A.C. CABEZAS A.C. ; MALLA SEPARADORA : ESPESOR mm		MATERIAL ---						
TIPO CIRCULAR : DIAMETRO --- mm ; RELEVADO DE ESFUERZOS : NO								
CORROSION PERM: CASCARON 3 mm ; CABEZAS 3 mm		AISLAMIENTO NO		RECUBRIMIENTO INTERNO: SI NO X				
BOQUILLAS								
Nº	CANT	Ø NOM	SERVICIO					
1	2	(4)	REGISTRO DE NOMBRE					
11	1	(2)	ALIM. DE DODECENO Y LIGEROS					
12	1	(2)	ALIM. DE BENCENO CON GA-101/R					
17	1	(4)	BAJADA A DC-101 POR MEDIO DE GA-103/R					
31	1	Ø6	DRENE					
35	1	Ø1	CONEXION DE SERVICIO					
43	2	Ø6	TERMOPOZO					
45	1	Ø6	INSTRUMENTO DE NIVEL					
NOTAS								
1) ACOTACIONES EN mm								
2) EL EQUIPO DE AGITACION ESTA FUERA DEL PROYECTO.								
3) NO SE EVALUO EL SERPENTIN, SOLO EL AGUA DE ENFRIAM.								
4) EL TAMAÑO Y ORIENTACION DE BOQUILLAS NO SE DEFINE.								
5) EL FLUJO DADO ES POR CICLO DE 4 HRB.								
6) LA REACCION ES EXOTERMICA.								
REVISION	O-PREL	1	2	3	4	5	6	7
FECHA								
ELAB. POR								
APR. POR								

(1)

(2)

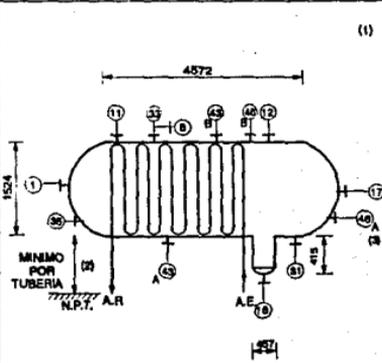
(3)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		HOJA DE DATOS DE PROCESO PARA RECIPIENTES						
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		TESIS PROFESIONAL						
PLANTA	PRODUCTORA DE DETERGENTES (A.B.S.B)	HOJA	1 DE 1					
LOCALIZACION	PACHUCA, HGO.	REQ.JO.C. N°						
CLAVE DEL EQUIPO: DC-201 (8)		N° UNIDADES	UNA					
SERVICIO	Reactor Sulfoxador	POSICION:	VERTICAL					
TIPO DE FLUIDO: LIQUIDO	FLUJO: 6566	Lt./CICLO; DENSIDAD	0.656/1.71 g/cm3					
VAPOR O GAS	FLUJO: —	m3/s; DENSIDAD	— g/cm3					
TEMPERATURA OPERACION	88 °C; MAXIMA 98 °C; DISEÑO 80 °C							
PRESION: OPERACION	ATM kg/cm² man; MAXIMA ATM kg/cm² man; DISEÑO ATM kg/cm² man							
DIMENSIONES: LONGITUD T.T	2084 mm; DIAMETRO 1776 mm	CAP. TOTAL	6566 [T-T] litros					
NIVEL: NORMAL	— mm; MAXIMO — mm	MINIMO	— mm					
ALARMA ALTO NIVEL	— mm; ALARMA BAJO NIVEL — mm	NIVEL DE PARO	— mm					
MATERIALES: CASCARONA	INOX CABEZAS A	INOX MALLA SEPARADORA: ESPESOR	mm MATERIAL —					
TIPO CIRCULAR: DIAMETRO	— mm; RELEVADO DE ESFUERZOS: NO							
CORROSION PERM: CASCARON	3 mm; CABEZAS 3 mm	AISLAMIENTO, NO,	RECUBRIMIENTO INTERNO: SI X NO					
BOQUILLAS								
N.º	CANT	Ø NOM	SERVICIO					
1	2	(4)	REGISTRO DE NOMBRE					
11	1	(2)	ALIM. DE DODECILENOCENO CON GA-204/R					
12	1	(2)	ALIM. DE OLEUM AL 20 % CON GA-205/R					
17	1	(4)	SALIDA HACIA FB-501 USANDO GA-304/R					
31	1	36	DRENE					
35	1	51	CONEXION DE SERVICIO					
43	2	36	TERMOPOZO					
46	1	36	INS TRUMENTO DE NIVEL					
NOTAS								
1) ADOPTACIONES EN mm								
2) EL EQUIPO DE AGITACION ESTA FUERA DEL PROYECTO.								
3) NO SE EVALUO EL SERPENTIN, SOLO EL AGUA DE ENFRIAM.								
4) EL TAMAÑO Y ORIENTACION DE BOQUILLAS NO SE DEFINE.								
5) EL FLUJO DAIDO ES POR CICLO DE 4 HRs.								
6) LA REACCION ES EXOTERMICA.								
ESTOS REACTORES SE DISEÑARON CON UN 15 % . DC-101, DC-201, Y DC-301 EL RECUBRIMIENTO DEBERA DE SER ALOUNA RESINA DEL TIPO EPOXICA								
REVISION	D-FREL	1	2	3	4	5	6	7
FECHA								
ELAB. POR								
APR. POR								

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO				HOJA DE DATOS DE PROCEBO PARA RECIPIENTES				
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN				TESIS PROFESIONAL				
PLANTA PRODUCTORA DE DETERGENTES (A.B.S.S)				HOJA 1 DE 1				
LOCALIZACION PACHUCA, HGO.				REQ./O.C.N.				
CLAVE DEL EQUIPO: FA-201			N° UNIDADES		UNA			
SERVICIO TANQUE DE BALANCE DE TORRE DA-201			POSICION: HORIZONTAL					
DODECILBENCENO		FLUJO:	21.953	Lit/min ; DENSIDAD	0.858	g/cm ³		
VAPOR O GAS		FLUJO:	---	m ³ /s ; DENSIDAD	---	g/cm ³		
TEMPERATURA. OPERACION		35 °C ; MAXIMA	38 °C ; DISEÑO	50 °C				
PRESION : OPERACION		0.04286 kg/cm ² abs ; MAXIMA	0.04286 kg/cm ² abs ; DISEÑO	0.05147 kg/cm ² abs				
DIMENSIONES : LONGITUD T.T		1219 mm ; DIAMETRO	610 mm	CAP. TOTAL		386.34 [T-T] litros		
NIVEL : NORMAL		387 mm ; MÁXIMO	494 mm	MÍNIMO		182 mm		
ALARMA ALTO NIVEL		428 mm ; ALARMA BAJO NIVEL	238 mm	NIVEL DE PARO				
MATERIALES : CASCARON		A.C. CABEZAS	A.C. ; MALLA SEPARADORA :	ESPESOR		mm MATERIAL		
TIPO CIRCULAR :		DIAMETRO	---	RELEVADO DE ESFUERZOS : NO				
CORROSION PERM: CASCARON		8 mm ; CABEZAS	8 mm	ASLAMIENTO, NO, RECURRIMIENTO INTERNO: SI NO X				
SOQUILLAS								
N.º	CANT.	Ø NOM.	SERVICIO					
1	2	(4)	REGISTRO DE MANO					
8	1	38	VENTEO EN LINEA					
11	1	(4)	ALIMENTACION DE EA-201					
17	1	(4)	SAUDA DE D.D.S A QA-201/R					
18	1	(4)	SAUDA DE INCON. A PA-201 (2)					
31	1	(4)	DRENE					
33	1	(4)	VALVULA DE SEGURIDAD					
35	1	51	CONEXION DE SERVICIO					
46	2	51	INSTRUMENTOS DE NIVEL					
NOTAS								
1) ACOTACIONES EN mm								
2) ESPACIO MINIMO POR TUBERIAS Y POR NPSH DE LA BOMBA QA-202/R								
3) EL PROVEEDOR DEFINIRA EL PAQUETE PA-201 EN BASE AL NIVEL DE PRESION DEMANDADA								
4) NO SE DEFINEN LAS DIMENSIONES								
REVISION	O-PREL.	1	2	3	4	5	6	7
FECHA								
ELAB. POR								
APR. POR								

PARA ESTE EQUIPO SE CONSIDERO UN 10 % DE SOBREDISEÑO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO				HOJA DE DATOS DE PROCESO PARA RECIPIENTES				
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN				TESIS PROFESIONAL				
PLANTA PRODUCTORA DE DETERGENTES (A.B.S.S)			HOJA 1 DE 1					
LOCALIZACION PACHUCA, HGO.			REQ. J.C. N.					
CLAVE DEL EQUIPO: FA-301		N° UNIDADES		UNA				
SERVICIO TANQUE SEPARADOR DE ACIDOS			POSICION: HORIZONTAL					
MEZCLA DE ACIDOS		FLUJO:	16.0197	lit/min ; DENSIDAD	1.648/1.1223			
VAPOR O GAS		FLUJO:	---	m ³ /h ; DENSIDAD	---			
TEMPERATURA OPERACION		38	°C ; MAXIMA	38	°C ; DISEÑO			
PRESION : OPERACION ATM		kg/cm ² abs ; MAXIMA	ATM	kg/cm ² abs ; DISEÑO	ATM			
DIMENSIONES : LONGITUD T.T		4872	mm ; DIAMETRO	1826	mm CAP. TOTAL			
NIVEL : NORMAL		---	mm ; MAXIMO	---	mm MINIMO			
ALARMA ALTO NIVEL		---	mm ; ALARMA BAJO NIVEL	---	mm NIVEL DE PARO			
MATERIALES : CASCARON A INOX		CABEZAS A INOX ; MALLA SEPARADORA ; ESPESOR		mm MATERIAL				
TIPO CIRCULAR : DIAMETRO		---	mm ; RIELEVADO DE ESFUERZOS	NO				
CORROSION PERM : CASCARON		3	mm ; CABEZAS	3	mm AISLAMIENTO, NO, RECUBRIMIENTO INTERNO: BKNO			
BOQUILLAS								
N°	CANT	φ NOM	SERVICIO					
1	2	(4)	REGISTRO DE HOMBRE					
8	1	38	VENTEO EN LINEA					
11	1	(4)	ALIMENTACION DE GA-204/R					
12	1	(4)	ALIMENTACION DE GA-301/R					
17	1	(4)	SALIDA DE A.D.S A GA-303/R					
18	1	(4)	SALIDA DE H2SO4 78 % CON GA-302/R					
21	1	(4)	DRENE					
38	1	(4)	VALVULA DE SEGURIDAD					
88	1	51	CONEXION DE SERVICIO					
43	2	(4)	TERMOPODO					
46	2	51	INSTRUMENTOS DE NIVEL					
NOTAS								
(1) ACOTACIONES EN mm								
(2) ESPACIO MINIMO POR TUBERIAS Y POR NPSH DE GA-302/R								
(3) LA INTERFASE SE CONTROLA CON IND. NIVEL A VALV. CORTE								
(4) LA ORIENTACION Y TAMAÑOS SE DETERMIN POR PROVEEDOR								
(5) EL RECUBRIMIENTO DE LOS EQUIPOS ALEAÑOS Y ESTE DEBERAN PROVENIR CON RECUBRIMIENTO EPICOCCO								
REVISION	C-PREL	1	2	3	4	5	6	7
FECHA								
ELAB. POR								
APL. POR								



PARA ESTE EQUIPO SE CONSIDERO UN 15 % DE SOBREDISEÑO LA REACCION ES EXOTERMICA, PARA TAL FIN SE EQUIPO CON UN SERPENTIN DE ENFRIAMIENTO, PARA ABATIR EL CALOR DE DILUCION EL DIAMETRO DE LA PIERNAS DE FLUJO EN $D_p = 0.3 D_i$

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO				HOJA DE DATOS DE PROCESO PARA RECIPIENTES				
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN				TESIS PROFESIONAL				
PLANTA PRODUCTORA DE DETERGENTES (A.B.S.S)				HOJA 1 DE 1				
LOCALIZACION PACHUCA, HGO.				REG. J.C. N-				
CLAVE DEL EQUIPO: FB-104 (S)			N° UNIDADES		UNA			
SERVICIO Tanque de Balance de Recirc. de Ligeros				POSICION: VERTICAL				
TIPO DE FLUIDO : Benceno-Dodecano		FLUJO: 1.3637		LPM ; DENSIDAD		0.7592	g/cm3	
VAPOR O GAS		FLUJO:		m3/s ; DENSIDAD		g/cm3		
TEMPERATURA OPERACION 38 °C ; MAXIMA 38 °C ; DISEÑO 80 °C								
PRESION : OPERACION ATM		kg/cm² man ; MAXIMA ATM		kg/cm² man ; DISEÑO ATM		kg/cm² man		
DIMENSIONES : LONGITUD T-T 1829 mm ; DIAMETRO 1878 mm CAP. TOTAL 2,850 [T-T] litros								
NIVEL : NORMAL 1029 mm ; MAXIMO 1819 mm MINIMO 188 mm								
ALARMA ALTO NIVEL 1321 mm ; ALARMA BAJO NIVEL 818 mm NIVEL DE PAGO mm								
MATERIALES : CASCARON A.C. CABEZAS A.C. ; MALLA SEPARADORA : ESPESOR mm MATERIAL								
TIPO CIRCULAR : DIAMETRO mm ; RELEVADO DE ESFUERZOS : NO								
CORROSION PERM. CASCARON 3 mm ; CABEZAS 3 mm AISLAMIENTO, NO, RECUBRIMIENTO INTERNO, NO,								
BOGULLAS								
N°	CANT	Ø NOM	SERVICIO					
1	2	(2)	REGISTRO DE HOMBRE					
8	1	38	VENTEO Y CUELLO DE GANBO					
11	1	(2)	ALIMENT. DE EA-108					
18	1	(2)	SALIDA A DC-101 POR MEDIO DE GA-106/R					
31	1	38	DRENE					
25	1	81	CONEXION DE SERVICIO					
45	1	38	INSITUMENTO DE NIVEL					
48	1	108	DEFRAME					
NOTAS								
1) ACOOTACIONES EN mm								
2) EL TAMAÑO Y ORIENTACION DE LAS BOGULLAS NO SE DEPRE								
ES NECESARIO CONSIDERAR LOS DIAMETROS DE LLEGADA Y DE								
SUCCION DE GA-106/R								
3) ESTA UNIDAD TIENE UN SOBREPESO DE 6-8 % Y Q=25 t/h								
REVISION	D-PRNL	1	2	3	4	5	6	7
FECHA								
ELAB. POR								
APR. POR								

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO				HOJA DE DATOS DE PROCESO PARA RECIPIENTES				
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN				TESIS PROFESIONAL				
PLANTA PRODUCTORA DE DETERGENTES (A.B.S.S)				HOJA 1 DE 1				
LOCALIZACION PACHUCA, HGO.				REQ. J.C. N-				
CLAVE DEL EQUIPO: FB-201			N° UNIDADES		UNA			
SERVICIO Tanque de Almacenamiento de Oleúm al 20 %				POSICION: VERTICAL				
TIPO DE FLUIDO : Oleúm al 20 %		FLUJO: 6.3263		LPM ; DENSIDAD		1.9026 g/cm ³		
VAPOR O GAS		FLUJO: —		m ³ /h ; DENSIDAD		— g/cm ³		
TEMPERATURA OPERACION 38 °C ; MAXIMA 38 °C ; DISEÑO 80 °C								
PRESION : OPERACION ATM		kg/cm ² man ; MAXIMA ATM		kg/cm ² man ; DISEÑO ATM		kg/cm ² man		
DIMENSIONES : LONGITUD T.T 2743 mm ; DIAMETRO 2286 mm CAP. TOTAL 11266 [T-T] Btos								
NIVEL : NORMAL 1854 mm ; MAXIMO 2486 mm MINIMO 182 mm								
ALARMA ALTO NIVEL 2022 mm ; ALARMA BAJO NIVEL 736 mm NIVEL DE PARO — mm								
MATERIALES : CARCARON A.C. CABEZAS A.C. ; MALLA SEPARADORA : ESPESOR mm MATERIAL —								
TIPO CIRCULAR : DIAMETRO — mm ; RELEVADO DE ESFUERZOS : NO								
CORROSION PERM: CARCARON 3 mm ; CABEZAS 3 mm AISLAMIENTO, NO, RECUBRIMIENTO INTERNO, SI								
BOQUILLAS								
Nº	CANT	Ø NOM	SERVICIO					
1	2	Ø10	REGISTRO DE HOMBRE					
8	1	38	VENTED Y CUELLO DE GANSO					
11	1	Ø8	ALIMENTACION DE OLEUM AL 20 % DE L.B.					
18	1	Ø8	SAUIDA A DC-301					
31	1	Ø8	DRENE					
65	1	Ø1	CONEXION DE SERVICIO					
68	1	Ø8	INSTUMENTO DE NIVEL					
69	1	1Ø8	DERRAME					
NOTAS								
1) ACOTACIONES EN MM								
2) DEFINIDO POR LA TUBERIA								
3) SEPA DEL TIPO EPICICLO, DE ESPESOR MINIMO								
REVISION	O-PREL	1	2	3	4	5	6	7
FECHA								
ELAB. POR								
APR. POR								

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		HOJA DE DATOS BOMBAS CENTRIFUGAS	
PROYECTO: TESIS PROFESIONAL		CONDICIONES DE OPERACION	LIQUIDO: BENCENO
PLANTA: DETERGENTES			TEMPERATURA DE BOMBEO P: 60.65
LOCALIZACION: PACHUCA, HIDALGO MEXICO			GRAVEDAD ESPECIFICA: 0.8779
SERVICIO: CARGA DE BENCENO A DC-101			PREISION DE VAPOR PVA: 0.10
CLAVE EQUIPO: GA-101/R			VISCOSIDAD CP: 0.55
CANTIDAD REQUERIDA: 2			USQPM, NORMAL: 24 NOMINAL: 28
USO REGULAR: 1 ACCIONADOR: MOTOR ELECTRICO			PREISION DE DESCARGA PDIS: 18.60
REPUESTO: 1 ACCIONADOR: MOTOR ELECTRICO			PREISION DE SUCCION PSLC: 0.1489
FECHA:			PREISION DIFERENCIAL PSI: 18.54
REVISADO POR: ING. RAFAEL GARCIA NAVA			CARGA DIFERENCIAL, PES: 43.46
		NPSH DISPONIBLE, PES: 20.83	
		HP HIDRAULICO: 1.00	
	FABRICANTE	BASE	ALTERNATIVA
FUNCIONAMIENTO	TAMARCO Y TIPO: CURVA PROPUESTA: NPSH REQUERIDO (PES DE AGUA) INCL. No DE PASOS: EFICIENCIA A CONDICIONES NORMALES (BHP): MAXIMO BHP DEL IMPULSOR DE DISEÑO: MAXIMA CARGA DEL IMPULSOR DE DISEÑO (PES): CAUDAL MINIMO CONTINUO ESTABLE:		
CONSTRUCCION	CARGAZA IMPULSOR CHUMACERIAS: RADIALEMPUJE: SELLO MECANICO: CODIGO API/FABRICANTE: PLAN API #10: LUBRICACION/FRAMENTO: COR/ESQUADRILO: MATERIALES: CLASE API #10 BOLLAS: SUCC: DIAM/CLASE ANIL/POSICION: DESC: DIAM/CLASE ANIL/POSICION: PREISION MALPERM. A F/PRIEBA HIDROS. (PSIG):		
MOTOR ELECTRICO	FABRICANTE/PROTECCION DE LA CARGAZA: HP/NPSH: VOLT/FASE/HERTZ: CHUMACERIAS/LUBRICACION:		
	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO E HIDROSTATICA/NPSH: PES: BOMBA + BASE + MOTOR (kg): BASE API #10 No.		
NOTAS: (1) EL FABRICANTE DEBERA AJUSTARSE O EN SU DEFECTO SUMINISTRAR EL EQUIPO EN BASE A LAS CONDICIONES DE OPERACION.			

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		HOJA DE DATOS BOMBAS CENTRIFUGAS	
PROYECTO: TESIS PROFESIONAL PLANTA: DETERGENTES LOCALIZACION: PACHUCA, HIDALGO MEXICO SERVICIO: CARGA DE DODECEVO A DC-101 CLAVE EQUIPO: GA-102/R CANTIDAD REQUERIDA: 2 USO REGULAR: 1 ACCIONADOR MOTOR ELECTRICO REPUESTO: 1 ACCIONADOR MOTOR ELECTRICO FECHA: REVISADO POR: ING. RAFAEL GARCIA NAVA		CONDICIONES DE OPERACION	
		LIQUIDO: DODECENO TEMPERATURA DE BOMBEO F: 90-95 GRAVEDAD ESPECIFICA: 0.7811 PREMION DE VAPOR PSIA: 0.0041 VISCOSIDAD CP: 0.75 USOPM, NORMAL: 60 NOMINAL: 60 PREMION DE DESCARGA PSIG: 5.48 PREMION DE SUCCION PSIG: 0.4261 PREMION DIFERENCIAL PSI: 5.05 CARGA DIFERENCIAL, PIES: 15.35 NPSH DISPONIBLE, PIES: 35.58 HP HIDRAULICO: 0.75	
	FABRICANTE	BASE	ALTERNATIVA
FUNCIONAMIENTO	TAMAO Y TIPO: CURVA PROPUESTA: NPSH REQUERIDO (PIES DE AGUA) INCL: NO DE PASOS: EFICIENCIA A CONDICIONES NORMALES (BHP): MAXIMO BHP DEL IMPULSOR DE DISEAO: MAXIMA CARGA DEL IMPULSOR DE DISEAO (PIES): CAUDAL MINIMO CONTINUO ESTABLE:		
CONSTRUCCION	CARCAZA IMPULSOR: CHUMACERAS: RADIALEMPLUE: BELLO MECANICO: CONDO API/FABRICANTE: PLAN API 610: LUBRICACION/ENFRIAMIENTO: COUPLE/QUILADACOPLE: MATERIALES: CLASE API 610 BOQUITAS: SUCC: DIAM./CLASE ANSI/POSICION: DESC: DIAM./CLASE ANSI/POSICION: PREMION MAX.PERM. A T/PRUEBA HIDROS (PSIG):		
MOTOR ELECTRICO	FABRICANTE/PROTECCION DE LA CARCAZA: HP/RFM: VOLTI/FABER/HERTZ: CHUMACERAS/LUBRICACION:		
	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO E HIDROSTATICA/NPSH: PESO: BOMBA + BASE + MOTOR (Kg): BASE API 610/6.		
NOTAS: (1) EL FABRICANTE DEBERA AJUSTARLE O EN SU DEFECTO SUMINISTRAR EL EQUIPO EN BASE A LAS CONDICIONES DE OPERACION.			

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		HOJA DE DATOS BOMBAS CENTRIFUGAS	
PROYECTO: TEBIS PROFESIONAL		CONDICIONES DE OPERACION	LIQUIDO: BENCENO-DODECENO
PLANTA: DETERGENTES			TEMPERATURA DE BOM/BEO F: 80-85
LOCALIZACION: PACHUCA, HIDALGO MEXICO			GRAVEDAD ESPECIFICA: 0.780
SERVICIO: REFLUJO A DA-101			PRESION DE VAPOR PSIA: 1.00
CLAVE EQUIPO: GA-104R1			VISCOSIDAD CP: 0.5775
CANTIDAD REQUERIDA: 2			USGPM, NORMAL: 0.63 NOMINAL: 1.0
USO REGULAR: ACCIONADOR: MOTOR ELECTRICO			PRESION DE DESCARGA PSIG: 33.04
REPUERTO 1 ACCIONADOR: MOTOR ELECTRICO			PRESION DE SUCCION PSIG: 1.19
FECHA:			PRESION DIFERENCIAL PSI: 31.85
REVISADO POR: ING. RAFAEL GARCIA NAVA			CARGA DIFERENCIAL, PIES: 86.80
		NPSH DISPONIBLE, PIES: 50.13	
		HP HIDRAULICOS: 0.25	
	FABRICANTE	BASE	ALTERNATIVA
FUNCIONAMIENTO	TAMAÑO Y TIPO: CURVA PROPUESTA: NPSH REQUERIDO (PIES DE AGUA) N suc. No DE PASOS: EFICIENCIA A CONDICIONES NORMALES (BHP): MAXIMO BHP DEL IMPULSOR DE DISEÑO: MAXIMA CARGA DEL IMPULSOR DE DISEÑO (PIES): CAUDAL MINIMO CONTINUO ESTABLE:		
CONSTRUCCION	CARCAZA IMPULSOR CHUMACERAS: RADIALEMPUJE: SELLO MECANICO: CORDON API/FABRICANTE: PLAN API 810: LUBRICACION/ENFRIAMIENTO: COPEL/GUARDACOPLE: MATERIALES: CLASE API 810 BOQUILLAS: SUCC: DIAM./CLASE ANSI/POSICION: DESC: DIAM./CLASE ANSI/POSICION: PRESION MAX.PERM. A T° PRUEBA HIDROS (PSIG):		
MOTOR ELECTRICO	FABRICANTE/PROTECCION DE LA CARCAZA: HP/PSH: VOLT./FASE/HERTZ: CHUMACERAS/LUBRICACION:		
	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO E HIDROSTATICA/NPSH: PESO: BOMBA + BASE + MOTOR (Kg): BASE API 810/10.		
NOTAS: (1) EL FABRICANTE DEBERA AJUSTARSE O EN SU DEFECTO SUMINISTRAR EL EQUIPO EN BASE A LAS CONDICIONES DE OPERACION.			

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		HOJA DE DATOS BOMBAS CENTRIFUGAS	
PROYECTO: TESIS PROFESIONAL		LÍQUIDO: LÍQUIDOS (BENCENO-DODECENO)	
PLANTA: DETERGENTES		TEMPERATURA DE BOMBEO F: 90-95	
LOCALIZACIÓN: PACHUCA, HIDALGO MEXICO		GRAVEDAD ESPECÍFICA: 0.7854	
SERVICIO: RECIRCULACION DE LÍQUIDOS A DC-101		PRESIÓN DE VAPOR P _{VA} : 0.40	
CLAVE EQUIPO: OA-105R		VISCOSIDAD CP: 0.8625	
CANTIDAD REQUERIDA: 2		US/GPM, NORMAL: 8.40 NOMINAL: 10.0	
USO REGULAR: 1 ACCIONADOR: MOTOR ELECTRICO		PRESIÓN DE DESCARGA PSIG: 5.3409	
REPUESTO: 1 ACCIONADOR: MOTOR ELECTRICO		PRESIÓN DE SUCCIÓN PSIG: 0.7136	
FECHA:		PRESIÓN DIFERENCIAL PSI: 4.6249	
REVISADO POR: ING. RAFAEL GARCIA NAVA		CARGA DIFERENCIAL PIES: 13.42	
		NPSH DISPONIBLE, PIES: 33.61	
		HP HIDRAULICOS: 0.25	
	CONDICIONES DE OPERACION		
	FABRICANTE	BASE	ALTERNATIVA
FUNCIONAMIENTO	TAMARCO Y TIPO: CURVA PROPUESTA: NPSH REQUERIDO/PRES DE AGUA IN SUC. No DE PABOS: EFICIENCIA A CONDICIONES NORMALES(BHP): MÁXIMO BHP DEL IMPULSOR DE DISEÑO: MÁXIMA CARGA DEL IMPULSOR DE DISEÑO(PRES): CAUDAL MÍNIMO CONTINUO ESTABLE:		
CONSTRUCCION	CARCAZA IMPULSOR CHUMACERAS: RADIALEMPUJE BOLLO MECANICO: CODIGO API/FABRICANTE: PLAN API B10: LUBRICACION/ENFRAMENTO: CORRE/OLIVAR/CORRE: MATERIALES: CLASE API B10 BOQUILLAS: SUCC: DIAM./CLASE ANSI/POSICION: DESC: DIAM./CLASE ANSI/POSICION: PRESION MAX.PERAL. A 7/P/PRUEBA HOROS (PSIG):		
MOTOR ELECTRICO	FABRICANTE/PROTECCION DE LA CARCAZA: HP/PSH: VOLT/FASES/HERTZ: CHUMACERAS/LUBRICACION:		
	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO E HIDROSTATICA/NPSH: PERO: BOMBA+BASE+MOTOR (%): BASE API 610/No.		
NOTAS: (1) EL FABRICANTE DEBERA AJUSTARSE O EN SU DEFECTO SUMINISTRAR EL EQUIPO EN BASE A LAS CONDICIONES DE OPERACION.			

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUHTLÁN		HOJA DE DATOS BOMBAS CENTRIFUGAS	
PROYECTO: TESIS PROFESIONAL PLANTA: DETERGENTES LOCALIZACIÓN: PACHUCA, HIDALGO MÉXICO SERVICIO: PRODUCTO DE FONDOS DE DA-101 CLAVE EQUIPO: QA-106R CANTIDAD REQUERIDA: 2 USO REGULAR: 1 ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO REPUESTO: 1 ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO FECHA: REVISADO POR: IVIL HAZEL GARCÍA NAVIA		CONDICIONES DE OPERACIÓN	
		LÍQUIDO: D.O.B.-PESADOS TEMPERATURA DE BOMBEO: 17.678.5 GRAVEDAD ESPECÍFICA: 0.8772 PRESIÓN DE VAPOR: 2.60 VISCOSIDAD CP: 0.8843 USO CPA: NORMAL: 28.0 NORMAL: 33 PRESIÓN DE DESCARGA: 19.0: 48.58 PRESIÓN DE SUCCIÓN: 10.066 PRESIÓN DIFERENCIAL: 28.806 CARGA DIFERENCIAL: 101.80 NPSH DISPONIBLE: 81.40 HP HIDRÁULICOS: 3.00	
	FABRICANTE	BASE	ALTERNATIVA
FUNCIONAMIENTO	TAMAÑO Y TIPO: CURVA PROPUESTA: NPSH REQUERIDO: PESOS DE AQUEL NPSH Nº DE FASES: EFICIENCIA A CONDICIONES NORMALES: %HP MÁXIMO BHP DEL IMPULSOR DE DISEÑO: MÁXIMA CARGA DEL IMPULSOR DE DISEÑO: (PESOS) CAUDAL MÍNIMO CONTINUO ESTABLE:		
CONSTRUCCIÓN	CARCAZA: IMPULSOR: CHUMBEROS: HAZOIL/EMPLIE: SELLO MECÁNICO: COORDO AP/FABRICANTE: PLAN API 610: LUBRICACION/ENTRAMENTO: COPIE/QUIL/PA/COPIE: MATERIALES: CLASE API 610 BOQUILAS: 3/8"UC; DNAM/CLASE AN/BOQUILAS: DESIGNACIÓN: CLASE AN/BOQUILAS: PRESIÓN MÁX. PERM. A FUMIGACIÓN: (PESOS):		
MOTOR ELÉCTRICO	FABRICANTE: PROTECCIÓN DE LA CARCAZA: HP/RPM: VOLTS: FASES/HERTZ: CHUMBEROS: LA S/LUBRICACIÓN:		
	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO E MICHOSTÁTICAS: PESO: COMBA + BASE + MOTOR (KG): BASE API 610 No.		
NOTAS: (1) EL FABRICANTE DEBERÁ AJUSTARSE O EN SU DEFECTO DEMONSTRAR EL EQUIPO EN BASE A LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN.			

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

HOJA DE DATOS
BOMBAS CENTRIFUGAS

PROYECTO: TESIS PROFESIONAL PLANTA: DETERGENTES LOCALIZACION: PACHUCA, HIDALGO MEXICO SERVICIO: CARGA A DA-101 CLAVE EQUIPO: GA-107/R CANTIDAD REQUERIDA: 2 USO REGULAR: 1 ACCIONADOR: MOTOR ELECTRICO REPUESTO: 1 ACCIONADOR: MOTOR ELECTRICO FECHA: REVISADO POR: ING. RAFAEL GARCIA NAVA		CONDICIONES DE OPERACION	LIQUIDO: LIGEROS-PRODUCTO-PESADOS TEMPERATURA DE BOMBEO F: 95.0 GRAVEDAD ESPECIFICA: 0.8664 PRESION DE VAPOR P _{VA} : 0.15 VISCOSIDAD CP: 2.35 US/GPM, NORMAL: 3.57 NOMINAL: 5.0 PRESION DE DESCARGA P _D : 37.195 PRESION DE SUCCION P _S : 0.3235 PRESION DIFERENCIAL P _D : 36.87 CARGA DIFERENCIAL, P _D : 66.0 NPSH DISPONIBLE, P _D : 30.54 HP HIDRAULICOS: 0.75	
	FABRICANTE		BASE	ALTERNATIVA
FUNCIONAMIENTO	TAMAÑO Y TIPO: CURVA PROPUESTA: NPSH REQUERIDO(P _D DE AGUA) N etc. No DE PAVOS: EFICIENCIA A CONDICIONES NORMALES(BHP): MAXIMO BHP DEL IMPULSOR DE DISEÑO: MAXIMA CARGA DEL IMPULSOR DE DISEÑO(P _D): CAUDAL MINIMO CONTINUO ESTABLE:			
CONSTRUCCION	CARGAZA IMPULSOR CHUMACERAS: RADIAL/EN PUE: SELLO MECANICO: CODIGO API/FABRICANTE: PLAN API 610: LUBRICACION/ENFRIAMIENTO: COPLE/GUARDACOPLE: MATERIALES: CLASE API 610 BOLLAS(S) SUCO: DIM. CLASE ANILUBRICACION: DES- DIAM CLASE ANILUBRICACION: PRESION MAX.PERM. A T ₁ PRUEBA HIDRO. (P _R):			
MOTOR ELECTRICO	FABRICANTE/PROTECCION DE LA CARGAZA: HP/PS: VOLTS/FASES/HERTZ: CHUMACERAS/LUBRICACION:			
	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO E HIDROSTATICA/NPSH: PESO: BOMBA+BASE+MOTOR (KG): SANE API 610No.			
NOTAS: (1) EL FABRICANTE DEBERA AJUSTARSE O EN SU DEFECTO SUMINISTRAR EL EQUIPO EN BASE A LAS CONDICIONES DE OPERACION.				

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN		HOJA DE DATOS BOMBAS CENTRIFUGAS	
PROYECTO: TESIS PROFESIONAL PLANTA: DETERGENTES LOCALIZACIÓN: PACHUCA, HIDALGO MÉXICO SERVICIO: FONDOS DE TORRE DA-201 CLAVE EQUIPO: DA-301/1 CANTIDAD REQUERIDA: 2 LÍMITE REGULAR: ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO REPLAZO: 1 ACCIONADOR: MOTOR ELÉCTRICO FECHA: REVISADO POR: INCL. RAFAEL GARCÍA NAVA		CONDICIONES DE OPERACIÓN	
		LÍQUIDO: PESADOS TEMPERATURA DE BOMBEO: F: 50.40 GRAVEDAD ESPECÍFICA: 0.7673 PRESIÓN DE VAPOR: P _{SA} : 1.2 VISCOSIDAD: CP: 1.0229 USO: NORMAL: 30.68 NOMINAL: 36 PRESIÓN DE DESCARGA: P _{SD} : 29.48 PRESIÓN DE SUCCIÓN: P _{SD} : 0.2072 PRESIÓN DIFERENCIAL: P _{SD} : 29.11 CARGA DIFERENCIAL: PES: 34.62 NPSH DISPONIBLE: PES: 29.94 NP_H HIDRÁULICOS: 2.00	
	FABRICANTE	BASE	ALTERNATIVA
FUNCIONAMIENTO	TAMAJRO Y TIPO: CLAPA PROPLESTA; NPSH REQUERIDO (PES DE AGUA) IN 8.40; NO. DE PASOS: EFICIENCIA A CONDICIONES NORMALES 85% MÁXIMO BHP DEL IMPULSOR DE DISEÑO: MÁXIMA CARGA DEL IMPULSOR DE DISEÑO (PES): CAUDA: MÍNIMO CONTINUO ESTABLE:		
CONSTRUCCIÓN	CARGA: IMPULSOR CHUMACERA: RADIAL EMPLEA; SELLO MECÁNICO: ODDIGO ARI/FABRICANTE; PLAN API 610; LUBRICACIÓN/ENFRIAMIENTO: COPLE/OLIO/GRASO/OLE; MATERIALES: CLASE API 610 BOQUILLAS: SUJOS; DIMEN. CLASE ANSI; POSICIÓN: DESECCION/CLASE ANSI/POSICIÓN: PRESIÓN MÁX. PERM. A P_{PRUEBA} HIDROS (P_{SD}):		
MOTOR ELÉCTRICO	FABRICANTE/PROTECCIÓN DE LA CARGA: NIPRAL; VOLTS/FASES/HERTZ: CHUMACERA/LUBRICACIÓN:		
	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO E HIDROSTÁTICA (NPSH): PESO: BOMBA + BASE + MOTOR (Kg): BASE API 610 No.		
NOTAS: (1) EL FABRICANTE DEBERÁ AJUSTARLE O EN SU DEFECTO SUMINISTRAR EL EQUIPO EN BASE A LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN.			

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

HOJA DE DATOS
BOMBAS CENTRIFUGAS

PROYECTO: PROFESIONAL PLANTA: DEPENDIENTES LOCALIZACIÓN: PACHUCA, HIDALGO MEXICO SERVICIO: REFLUJO A TORRE DA-201 CLAVE EQUIPO: QA-202/R CANTIDAD REQUERIDA: 2 USO REGULAR: 1 ACCIONADOR, MOTOR ELECTRICO REPUESTO: 1 ACCIONADOR, MOTOR ELECTRICO FECHA: REVISADO POR: ING. RAFAEL GARCIA NAVA	CONDICIONES DE OPERACION	LIQUIDO: D.D.B. TEMPERATURA DE BOMBEO F: 90-95 OPACIDAD ESPECIFICA: 0.8637 PRESION DE VAPOR PVA: 0.16 VISCOSIDAD CP: 0.6643 USOPM NORMAL: 0.56 NORMAL: 7.00 PRESION DE DESCARGA M P R Q: 31.265 PRESION DE SUCCION P R Q: 1.26193 PRESION DIFERENCIAL PSI: 29.0 CARGA DIFERENCIAL PRES: 80.24 NPSH DISPONIBLE PRES: 33.45 NPSH CRITICO: 0.76
---	---------------------------------	---

	FABRICANTE	BASE	ALTERNATIVA
FUNCIONAMIENTO	TAMAÑO Y TIPO: CURVA PROPUESTA: NPSH REQUERIDO (MES (F AQUI) N USOPM DE FASOS: EFICIENCIA A CONDICIONES NORMALES (BHP): MAXIMO BHP DEL IMPULSOR DE DISEÑO: MAXIMA CARGA DEL IMPULSOR DE DISEÑO (MES): CAUDAL MAXIMO CONTINUO ESTABLE:		
CONSTRUCCION	CARGAZA IMPULSOR: CHUMACERAS: RADIAL/EN PUJE: SELLO MECANICO: CODIGO A/FABRICANTE: PLAN API 610: LUBRICACION/ENFRIAMIENTO: COPLE: CUARDA COPLE: MATERIALES: CLASE API 610 BOCILLOS: SUJOS: DIAM/CLASE ANSI/POSICION: DESCOMUN CLASE ANSI/POSICION: PRESION MAX PERM. A. P/PUJEA HIDROS (PSIG):		
MOTOR ELECTRICO	FABRICANTE/PROTECCION DE LA CARCASA: HP/RP/PE: VOLTS/FASES/HERTZ: CHUMACERAS/LUBRICACION:		
	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO E HIDROSTATICA NPSH: PESO: BOMBA + BASE + MOTOR (KG): BASE API 610 No.		

NOTAS:
[1] EL FABRICANTE DEBERA AJUSTARSE O EN SU DEFECTO DEMONSTRAR EL EQUIPO EN BASE A LAS CONDICIONES DE OPERACION.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		HOJA DE DATOS BOMBAS CENTRIFUGAS	
PROYECTO: TESIS PROFESIONAL		CONDICIONES DE OPERACION	LIQUIDO: DODECELBENCENO
PLANTA: DETERGENTES			TEMPERATURA DE BOMBEO F: 90-95
LOCALIZACION: PACHUCA, HIDALGO MEXICO			GRAVEDAD ESPECIFICA: 0.8838
SERVICIO: D.D.B. A DC-201			PRESION DE VAPOR P _{VA} : 0.15.
CLAVE EQUIPO: GA-203/R			VISCOSIDAD CP: 2.71
CANTIDAD REQUERIDA: 2			USGPM, NORMAL: 70.0 NOMINAL: 80.0
USO REGULAR: 1 ACCIONADOR: MOTOR ELECTRICO			PRESION DE DESCARGA P _{SD} : 11.236
REPUESTO: 1 ACCIONADOR: MOTOR ELECTRICO			PRESION DE SUCCION P _{SI} : 0.1581
FECHA:			PRESION DIFERENCIAL P _{DI} : 11.0
REVISADO POR: ING. RAFAEL GARCIA NAVA			CARGA DIFERENCIAL, PIES: 29.42
		NPSH DISPONIBLE, PIES: 30.24	
		HP HIDRAULICO: 1.50	
	FABRICANTE	BASE	ALTERNATIVA
FUNCIONAMIENTO	TAMAÑO Y TIPO: CURVA PROPUESTA: NPSH REQUERIDO (PIES DE AGUA) N _{RS} : No DE PASOS: EFICIENCIA A CONDICIONES NORMALES (BHP): MAXIMO BHP DEL IMPULSOR DE DISEÑO: MAXIMA CARGA DEL IMPULSOR DE DISEÑO (PIES): CAUDAL MINIMO CONTINUO ESTABLE:		
CONSTRUCCION	CARCAZA IMPULSOR CHUMACERAS: RADIALEMPLEJE: SELLO MECANICO: DODICO API/FABRICANTE: PLAN API #10. LUBRICACION/ENFRIAMIENTO: COPILE/QUARDACOPLE: MATERIALES: CLASE API #10 BOQUILLAS: SUCC. DIAM./CLASE ANSI/POSICION. DESC. DIAM./CLASE ANSI/POSICION. PRESION MAX. PERM. A F/P/PRUEBA HIDROS. (PSIG):		
MOTOR ELECTRICO	FABRICANTE/PROTECCION DE LA CARCAZA: HP/PPM: VOLTS/FASES/HERTZ: CHUMACERAS/LUBRICACION:		
	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO E HIDROSTATICA/NPSH: PESO: BOMBA+BASE+MOTOR (Kg): BASE API #10No.		
NOTAS: (1) EL FABRICANTE DEBERA AJUSTARSE O EN SU DEFECTO SUMINISTRAR EL EQUIPO EN BASE A LAS CONDICIONES DE OPERACION.			

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		HOJA DE DATOS BOMBAS CENTRIFUGAS	
PROYECTO: TESIS PROFESIONAL PLANTA: DETERGENTES LOCALIZACION: PACHUCA, HIDALGO MEXICO SERVICIO: BOMBA DE PRODUCTO SULFONADO CLAVE EQUIPO: DA-204R CANTIDAD REQUERIDA: 2 USO REGULAR: 1 ACCIONADOR: MOTOR ELECTRICO REPUERTO: 1 ACCIONADOR: MOTOR ELECTRICO FECHA: REVISADO POR: ING. RAFAEL GARCIA NAVA		CONDICIONES DE OPERACION	
		LIQUIDO: PRODUCTO SULFONADO TEMPERATURA DE BOMBEO: F. 90.95 GRAVEDAD ESPECIFICA: 1.1987 PRESION DE VAPOR PSIA: 0.10 VISCOSIDAD CP: 300.0 USGPM, NORMAL: 113.0 NOMINAL: 130.0 PRESION DE DESCARGA PSIG: 5.88 PRESION DE SUCCION PSIG: 0.2292 PRESION DIFERENCIAL, PSI: 5.65 CARGA DIFERENCIAL, PIES: 10.90 NPSH DISPONIBLE, PIES: 22.055 HP HIDRAULICOS: 1.00	
	FABRICANTE	BASE	ALTERNATIVA
FUNCIONAMIENTO	TAMAÑO Y TIPO: CURVA PROPUESTA: NPSH REQUERIDO (PIES DE AGUA) INCL. No DE PABOS: EFICIENCIA A CONDICIONES NORMALES (BHP): MAXIMO BHP DEL IMPULSOR DE DISEÑO: MAXIMA CARGA DEL IMPULSOR DE DISEÑO (PIES): CAUDAL MINIMO CONTINUO ESTABLE:		
CONSTRUCCION	CARCAZA IMPULSOR CHUMACERAS: RADIALES/PLIE: SELLO MECANICO: CODIGO API/FABRICANTE: PLAN API #10: LUBRICACION/ENFRIAMIENTO: COPLE/QUILAD/COPLE: MATERIALES: CLASE API #10 BOQUILLAS: SUCC. DIAM./CLASE ANCH./POSICION: DEBG. DIAM./CLASE ANCH./POSICION: PRESION MAX. PERM. A 7 PSI/PIEBA HIDROS. (PSIG):		
MOTOR ELECTRICO	FABRICANTE/PROTECCION DE LA CARCAZA: HP/RPM: VOLT./FASE/HERTZ: CHUMACERAS LUBRICACION:		
	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO E HIDROSTATICA/NPSH: PIES: BOMBA + BASE + MOTOR (Kg): BASE API #10No.		
NOTAS: (1) EL FABRICANTE DEBERA AJUSTARSE O EN SU DEFECTO SUMINISTRAR EL EQUIPO EN BASE A LAS CONDICIONES DE OPERACION.			

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

HOJA DE DATOS
BOMBAS CENTRIFUGAS

PROYECTO: TESIS PROFESIONAL PLANTA: DETERGENTES LOCALIZACION: PACHUCA, HIDALGO MEXICO SERVICIO: CARGA DE OLEUM AL 20 % CLAVE EQUIPO: OA-205R CANTIDAD REQUERIDA: 2 USO REGULAR 1 ACCIONADOR: MOTOR ELECTRICO REPUESTO: 1 ACCIONADOR: MOTOR ELECTRICO FECHA: REVISADO POR: ING. RAFAEL GARCIA NAVA		CONDICIONES DE OPERACION		LIQUIDO: OLEUM AL 20 % TEMPERATURA DE BOMBEO F: 90-95 GRAVEDAD ESPECIFICA: 1.715 PRESION DE VAPOR PSIA: 0.0020 VISCOSIDAD CP: 0.032 USGPM, NORMAL: 44.0 NOMINAL: 51.0 PRESION DE DESCARGA PSIG: 14.042 PRESION DE SUCCION PSIG: 1.62 PRESION DIFERENCIAL PSI: 12.42 CARGA DIFERENCIAL, PRES: 18.72 NPSH DISPONIBLE, PRES: 17.40 HP HIDRAULICOS: 1.50
	FABRICANTE	BASE	ALTERNATIVA	
FUNCIONAMIENTO	TAMANIO Y TIPO: CURVA PROPUESTA: NPSH REQUERIDO(PRES DE AGUA)IN suc. No DE PASOS: EFICIENCIA A CONDICIONES NORMALES/BHP: MAXIMO BHP DEL IMPULSOR DE DISEÑO: MAXIMA CARGA DEL IMPULSOR DE DISEÑO(PRES): CAUDAL MINIMO CONTINUO ESTABLE:			
CONSTRUCCION	CARCAZA IMPULSOR CHUMACERAS: RADIAL/EMPLUJE: BELLO MECANICO: CODIGO API/FABRICANTE: PLAN API 810: LUBRICACION/ENFRIAMIENTO: COUPLE/GUARDACOUPLE: MATERIALES: CLASE API 810 BOQUILLAS SUCC: DIAM./CLASE ANSI/POSICION: DESO: DIAM./CLASE ANSI/POSICION: PRESION MAX.PERM. A F/P/PRUEBA HIDROS(PSIG):			
MOTOR ELECTRICO	FABRICANTE/PROTECCION DE LA CARCAZA: HP/FRM: VOL.TE/FASES/HERTZ: CHUMACERAS/LUBRICACION:			
	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO E HIDROSTATICA/NPSH: PESO: BOMBA + BASE + MOTOR (Kg): BASE API 810No.			
NOTAS: (1) EL FABRICANTE DEBERA AJUSTARSE O EN SU DEFECTO DEMONSTRAR EL EQUIPO EN BASE A LAS CONDICIONES DE OPERACION.				

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		HOJA DE DATOS BOMBAS CENTRIFUGAS	
PROYECTO: TESIS PROFESIONAL		CONDICIONES DE OPERACION	LIQUIDO: AGUA
PLANTA: DETERGENTES			TEMPERATURA DE BOMBEO: F. 90.05
LOCALIZACION: PACHUCA, HIDALGO MEXICO			GRAVEDAD ESPECIFICA: 1.00
SERVICIO: CARGA DE AGUA			PRESION DE VAPOR: PSIA: 0.50
CLAVE EQUIPO: GA-301/R			VISCOSIDAD: CP: 0.85
CANTIDAD REQUERIDA: 2			USQPM, NORMAL: 14.6 NOMINAL: 17.0
USO REGULAR: 1 ACCIONADOR: MOTOR ELECTRICO			PRESION DE DESCARGA PSIG: 10.0
REPUESTO: 1 ACCIONADOR: MOTOR ELECTRICO			PRESION DE SUCCION PSIG: 0.76
FECHA:			PRESION DIFERENCIAL: PSI: 9.24
REVISADO POR: ING. RAFAEL GARCIA NAVA			CARGA DIFERENCIAL: PIES: 21.34
		NPSH DISPONIBLE: PIES: 24.90	
		HP HIDRAULICOS: 0.50	
	FABRICANTE	BASE	ALTERNATIVA
FUNCIONAMIENTO	TAMAFIO Y TIPO: CURVA PROPUESTA: NPSH REQUERIDO(PIES DE AGUA)IN sup. No DE PASOS: EFICIENCIA A CONDICIONES NORMALES(BHP): MAXIMO BHP DEL IMPULSOR DE DISEÑO: MAXIMA CARGA DEL IMPULSOR DE DISEÑO(PIES): CAUDAL MINIMO CONTINUO ESTABLE:		
CONSTRUCCION	CARCAZA IMPULSOR: CHUMACERAS: RADIAL/EMPLIE: BIELLO MECANICO: COCKROO API/FABRICANTE: PLAN API 610: LUBRICACION/ENFRIAMIENTO: CORP/GUARDACORPUE: MATERIALES: CLASE API 610 BOQUILLAS: SUCC: DIAM./CLASE ANS/POSICION: DESC:DIAM./CLASE ANS/POSICION: PRESION MAX.PERMI. A F/PRUEBA HIDROS: (PSI) G:		
MOTOR ELECTRICO	FABRICANTE/PROTECCION DE LA CARCAZA: HP/PRM: VOLTI/FABR/HERTZ: CHUMACERAS/LUBRICACION:		
	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO E HIDROSTATICA(NPSH): PEBO: BOMBA+BASE+MOTOR (Kg): BASE API 610No.		
NOTAS: (1) EL FABRICANTE DEBERA AJUSTARSE O EN SU DEFECTO SUMINISTRAR EL EQUIPO EN BASE A LAS CONDICIONES DE OPERACION.			

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		HOJA DE DATOS BOMBAS CENTRIFUGAS	
PROYECTO: TESIS PROFESIONAL PLANTA: DETERGENTES LOCALIZACION: PACHUCA, HIDALGO MEXICO SERVICIO: ACIDO GASTADO (H2SO4 AL 78 %) CLAVE EQUIPO GA-302/R CANTIDAD REQUERIDA: 2 USO REGULAR: 1 ACCIONADOR MOTOR ELECTRICO REPUESTO: 1 ACCIONADOR MOTOR ELECTRICO FECHA: REVISADO POR: ING. RAFAEL GARCIA NAVA		CONDICIONES DE OPERACION	
		LIQUIDO: H2SO4 AL 78 % TEMPERATURA DE BOMBEO F: 90-95 GRAVEDAD ESPECIFICA: 1.84 PRESION DE VAPOR PSIA: 0.0035 VISCOSIDAD CP: 20.0 USGPM, NORMAL: 43.0 NOMINAL: 50.0 PRESION DE DESCARGA PSIG: 9.95 PRESION DE SUCCION PSIG: 2.28 PRESION DIFERENCIAL PSIG: 7.67 CARGA DIFERENCIAL, PIES: 10.80 NPSH DISPONIBLE, PIES: 19.13 HP HIDRAULICOS: 0.75	
	FABRICANTE	BASE	ALTERNATIVA
FUNCIONAMIENTO	TAMAÑO Y TIPO: CURVA PROPUESTA: NPSH REQUERIDO (PIES DE AGUA)/N suc. No DE PASOS: EFICIENCIA A CONDICIONES NORMALES (BHP): MAXIMO BHP DEL IMPULSOR DE DISEÑO: MAXIMA CARGA DEL IMPULSOR DE DISEÑO (PIES): CAUDAL MINIMO CONTINUO ESTABLE:		
CONSTRUCCION	CARCAZA IMPULSOR CHUMACERAS: RADIALEMPLEJE: BELLO MECANICO: CODIGO API/FABRICANTE: PLAN API 610. LUBRICACION/ENFRIAMIENTO: COPILE/GUARDACOPLE: MATERIALES: CLASE API 610 BOQUILLAS: SUCC: DIAM./CLASE ANSI/POSICION: PRESION MAX. PERM. A 7, #PRUEBA HIDROS. PSIG.		
MOTOR ELECTRICO	FABRICANTE/PROTECCION DE LA CARCAZA: HP/HPM: VOLTAJES/HERTZ: CHUMACERAS/LUBRICACION:		
	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO E HIDROSTATICA/NPSH: PESO: BOMBA + BASE + MOTOR (Kg): BASE API 610No.		
NOTAS: (1) EL FABRICANTE DEBERA AJUSTARSE O EN SU DEFECTO SUMINISTRAR EL EQUIPO EN BASE A LAS CONDICIONES DE OPERACION.			

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		HOJA DE DATOS BOMBAS CENTRIFUGAS	
PROYECTO: TEBIS PROFESIONAL PLANTA: DETERGENTES LOCALIZACION: PACHUCA, HIDALGO MEXICO SERVICIO: ACIDO DODECILBENCENSULFONICO A FB-303 CLAVE EQUIPO: GA-303/R CANTIDAD REQUERIDA: 2 LIBRO REGULAR: 1 ACCIONADOR: MOTOR ELECTRICO REPUESTO: 1 ACCIONADOR: MOTOR ELECTRICO FECHA: REVISADO POR: ING. RAFAEL GARCIA NAVA		CONDICIONES DE OPERACION	LIQUIDO: A D D B S
			TEMPERATURA DE BOMBEO F: 60-95
			GRAVEDAD ESPECIFICA: 1.123
			PREISION DE VAPOR PSIA: 0.030
			VISCOSIDAD CP: 1375
			USOPM, NORMAL: 71.0 NOMINAL: 82.0
			PREISION DE DESCARGA PSIG: 8.22
			PREISION DE SUCCION PSIG: 0.924
			PREISION DIFERENCIAL PBI: 7.30
			CARGA DIFERENCIAL PEB: 15.016
		NPSH DISPONIBLE, PEB: 25.10	
		HP HIDRAULICOS: 1.50	
	FABRICANTE	BASE	ALTERNATIVA
FUNCIONAMIENTO	TAMAÑO Y TIPO: CURVA PROPUESTA: NPSH REQUERIDO (PEB DE AGUA) INCL. No DE PABOS: EFICIENCIA A CONDICIONES NORMALES (BHP): MAXIMO BHP DEL IMPULSOR DE DISEÑO: MAXIMA CARGA DEL IMPULSOR DE DISEÑO (PEB): CAUDAL MINIMO CONTINUO ESTABLE:		
CONSTRUCCION	CARCAZA IMPULSOR: CHUMACERAS: RACIALEMPLE: SELLO MECANICO: CODIGO AN/FABRICANTE: PLAN API 610: LUBRIFICACION/FRAMENTO: COPLER/LLANADO/COPLER: MATERIALES: CLASE API 610 BOQUILLAS SUCC: DIAM/CLASE AN/SUCCION: DESC: DIAM/CLASE AN/SUCCION: PREISION MAX/PRIM. A Y PRUEBA HIDROS. (PSI/G):		
MOTOR ELECTRICO	FABRICANTE/PROTECCION DE LA CARCAZA: HP/PRM: VOLTIMPERIA/ERTZ: CHUMACERAS/LUBRIFICACION:		
	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO E HIDROSTATICA (NPSH): PEB: BOMBA + BASE + MOTOR (Kg): BASE API 610G:		
NOTAS: (1) EL FABRICANTE DEBERA AJUSTARSE O EN SU DEFECTO SUMINISTRAR EL EQUIPO EN BASE A LAS CONDICIONES DE OPERACION.			

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		HOJA DE DATOS BOMBAS CENTRIFUGAS	
PROYECTO: TESIS PROFESIONAL		CONDICIONES DE OPERACION	LIQUIDO: NaOH AL 20 %
PLANTA: DETERGENTES			TEMPERATURA DE BOMBEO F: 90-95
LOCALIZACION: PACHUCA, HIDALGO MEXICO			GRAVEDAD ESPECIFICA: 1.2165
SERVICIO: CARGA DE NaOH AL 20 % A DC-801			PRESION DE VAPOR P _{VA} : 0.30
CLAVE EQUIPO: GA-304R			VISCOSIDAD CP: 2.80
CANTIDAD REQUERIDA: 2			USOPM, NORMAL: 40.0 NOMINAL: 45.0
LIBRO REGULAR: 1 ACCIONADOR: MOTOR ELECTRICO			PRESION DE DESCARGA P _{SD} : 10.87
REPUESTO: 1 ACCIONADOR: MOTOR ELECTRICO			PRESION DE SUCCION P _{SD} : 0.5191
FECHA:			PRESION DIFERENCIAL P _{SD} : 10.35
REVISADO POR: ING. RAFAEL GARCIA NAVA			CARGA DIFERENCIAL, PIES: 19.92
		NPSH DISPONIBLE, PIES: 21.83	
		HP HIDRAULICO: 1.00	
	FABRICANTE	BASE	ALTERNATIVA
FUNCIONAMIENTO	TAMAÑO Y TIPO: CURVA PROPUESTA: NPSH REQUERIDO (PIES DE AGUA) N.º 100. No DE PASOS: EFICIENCIA A CONDICIONES NORMALES (BHP): MAXIMO BHP DEL IMPULSOR DE DISEÑO: MAXIMA CARGA DEL IMPULSOR DE DISEÑO (PIES): CALIDAD MINIMO CONTINUO ESTABLE:		
CONSTRUCCION	CARGAZA IMPULSOR: CHUMACERAS: RADIALEMPLE: SELLO MECANICO: COXCO API FABRICANTE: PLAN API 610: LUBRICACION/ENFRIAMIENTO: CORP/QUAD/COPLE: MATERIALES: CLASE API 610 BOQUILLAS: SUCC: DIAM./CLASE ANS/POSICION: DESC: DIAM./CLASE ANS/POSICION: PRESION MAX PERM. A F.PRUEBA HIDROS. (PSIQ):		
MOTOR ELECTRICO	FABRICANTE/PROTECCION DE LA CARGAZA: HP/RPM: VOLT/FASES/HERTZ: CHUMACERAS/LUBRICACION:		
	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO E HIDROSTATICA/NPSH: PEBO: BOMBA+BASE+MOTOR (PSI): BASE API 610 No.		
NOTAS: (1) EL FABRICANTE DEBERA AJUSTARSE O EN SU DEFECTO SUMINISTRAR EL EQUIPO EN BASE A LAS CONDICIONES DE OPERACION.			

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		HOJA DE DATOS BOMBAS CENTRIFUGAS	
PROYECTO: TESIS PROFESIONAL PLANTA: DETERGENTES LOCALIZACION: PACHUCA, HIDALGO MEXICO SERVICIO: PRODUCTO CRUDO A L.B. CLAVE EQUIPO: GA-305/R CANTIDAD REQUERIDA: 2 USO REGULAR: 1 ACCIONADOR MOTOR ELECTRICO REPUESTO: 1 ACCIONADOR MOTOR ELECTRICO FECHA: REVISADO POR: ING. RAFAEL GARCIA NAVA		CONDICIONES DE OPERACION	LÍQUIDO: A B 9 8
			TEMPERATURA DE BOMBEO: F. 90-95
			GRAVEDAD ESPECÍFICA: 1.000
			PRESIÓN DE VAPOR: PSIA: 0.04
			VISCOSIDAD: CP: 1500
			US: SPM: NORMAL: 25.0 NOMINAL: 145.0
			PRESIÓN DE DESCARGA: PSIG: 6.37
			PRESIÓN DE SUCCIÓN: PSIG: 0.1525
			PRESIÓN DIFERENCIAL: PSI: 6.22
			CARGA DIFERENCIAL: PIES: 13.19
		NPSH DISPONIBLE: PIES: 24.21	
		HP HIDRÁULICAS: 1.50	
	FABRICANTE	BASE	ALTERNATIVA
FUNCIONAMIENTO	TAMAÑO Y TIPO CURVA PROPUESTA: NPSH REQUERIDO (PIES DE AGUA) N. SUC. No DE PASOS: EFICIENCIA A CONDICIONES NORMALES (BHP): MÁXIMO BHP DEL IMPULSOR DE DISEÑO: MÁXIMA CARGA DEL IMPULSOR DE DISEÑO (PIES): CAUDAL MÍNIMO CONTINUO ESTABLE:		
CONSTRUCCION	CARCAZA IMPULSOR: CHUMACERAS: RADIAL/EN PLUJE: SELLO MECANICO: CÓDIGO API/FABRICANTE PLAN API 610: LUBRICACION/ENFRIAMIENTO COPLER/GUARDACOPLE: MATERIALES: CLASE API 610 BOMBUILLAS: SUCC: DIAM./CLASE ANSI/POSICION: DESC. DIAM./CLASE ANSI/POSICION: PRESION MAX PERM. A 7 F.PRUEBA HIDROS. (PSIG)		
MOTOR ELECTRICO	FABRICANTE/PROTECCION DE LA CARCAZA: HP/RPM: VOLTS/FASES/HERTZ: CHUMACERAS/LUBRICACION:		
	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO E HIDROSTATICA/NPSH: PESO BOMBA + BASE + MOTOR (Kg): BASE API 610/05.		
NOTAS: (1) EL FABRICANTE DEBERA AJUSTARSE O EN SU DEFECTO SUMINISTRAR EL EQUIPO EN BASE A LAS CONDICIONES DE OPERACION.			

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		HOJA DE DATOS BOMBAS CENTRIFUGAS	
CONDICIONES DE OPERACION PROYECTO: TESIS PROFESIONAL PLANTA: DETERGENTES LOCALIZACION: PACHUCA, HIDALGO MEXICO SERVICIO: A.D.D.B.B A DC-301 CLAVE EQUIPO: QA-306R CANTIDAD REQUERIDA: 2 USO REGULAR: 1 ACCIONADOR. MOTOR ELECTRICO REPUESTO: 1 ACCIONADOR. MOTOR ELECTRICO FECHA: REVISADO POR: ING. RAFAEL GARCIA NAVA		LIQUIDO: A.D.D.B.B TEMPERATURA DE BOMBEO F: 60-95 GRAVEDAD ESPECIFICA: 1.122 PRESION DE VAPOR P _{SA} : 0.03 VISCOSIDAD CP: 1375 US/GPM, NORMAL: 71.0 NOMINAL: 82.0 PRESION DE DESCARGA P _{SIQ} : 11.48 PRESION DE SUCCION P _{SIQ} : 0.042 PRESION DIFERENCIAL P _{SI} : 11.43 CARGA DIFERENCIAL, PIES: 23.53 NPSH DISPONIBLE, PIES: 23.30 HP HIDRAULICOS: 3.00	
	FABRICANTE	BASE	ALTERNATIVA
FUNCIONAMIENTO	TAMAÑO Y TIPO: CURVA PROPUESTA: NPSH REQUERIDO (PIES DE AGUA) N _{Req} : No DE PASOS: EFICIENCIA A CONDICIONES NORMALES (BHP): MAXIMO BHP DEL IMPULSOR DE DISEÑO: MAXIMA CARGA DEL IMPULSOR DE DISEÑO (PIES): CALIDAD MINIMO CONTINUO ESTABLE:		
CONSTRUCCION	CARCAZA IMPULSOR CHUMACERAS: RADIAL/EMPLUJE: BIELLO MECANICO: CODIGO API/FABRICANTE: PLAN API 610. LUBRICACION/ENFRIAMIENTO: COUPLE/QUILADOCUPLE: MATERIALES: CLASE API 610 BOQUILLAS: SUCC: DIAM./CLASE ANSI/POSICION: DESG: DIAM./CLASE ANSI/POSICION: PRESION MAX PERM. A ² F/P/PRUEBA HIDROS. (P _{SIQ}):		
MOTOR ELECTRICO	FABRICANTE/PROTECCION DE LA CARCAZA: HP/FRM: VOLTAJES/HERTZ: CHUMACERAS/LUBRICACION:		
	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO E HIDROSTATICA/NPSH: PESO: BOMBA+BASE+MOTOR (KG): BASE API 610No.		
NOTAS: (1) EL FABRICANTE DEBERA AJUSTARSE O EN SU DEFECTO SUMINISTRAR EL EQUIPO EN BASE A LAS CONDICIONES DE OPERACION.			

HOJA DE ESPECIFICACION

EQUIPO: PAQUETE DE ELIMINACION DE CATALIZADOR

CLAVE: PA-101

1. INTRODUCCION

El paquete de eliminación de catalizador tiene como finalidad dejar libre a la mezcla de hidrocarburos (productos, excesos de reacción) del catalizador para que éstos a su vez sean procesados en la sección de fraccionamiento, es decir, primero precalentados y luego cargar esto a la Torre DA-101. El catalizador es regresado al reactor y cuando es eliminado es mandado a regeneración.

2. CONDICIONES DE OPERACION

Temperatura °F min/nor/max : 90/ 95/100

A presión (lb/hr ab) : 20.37

Flujo normal lb/hr : 1600.32

3. COMPOSICION DE MEZCLA (CATALIZADOR H-C A PA-101)

COMPONENTE	% MOL	FLUJO MAXIMO (lbmol/hr)
Benceno	7.89	0.564
Dodeceno	7.89	0.564
DDB	71.03	5.082
Pesado	5.89	0.421

4. ESPECIFICACION DEL EFLUENTE DEL PAQUETE PA-101

COMPONENTE	% MOL	FLUJO MAXIMO (lbmol/hr)
Benceno	8.513	0.564
Dodeceno	8.513	0.564
DOB	76.618	5.082
Pesado	6.354	0.421

5. EQUIPO SUGERIDO PARA LA ELIMINACION DEL CATALIZADOR DE LA CORRIENTE DE HIDROCARBUROS (2) (4)

. Centrifugar para eliminar catalizador y regresarlo al reactor DC-101.

. Para la eliminaci3n se sugiere un sistema de filtraci3n constituido por dos unidades, de manera que mientras uno est3 operando el otro est3 en etapa de regeneraci3n y mantenimiento y viceversa. Estos equipos deber3n estar provistos con una by-pass para darle flexibilidad a la operaci3n.

Se sugiere instalar filtros tipo prensa o bien del tipo cartucho.

6. EQUIPO NECESARIO PARA LA REGNERACION DEL CATALIZADOR (3) (4)

Ver esquema anexo de este paquete de especificaci3n.

NOTAS:

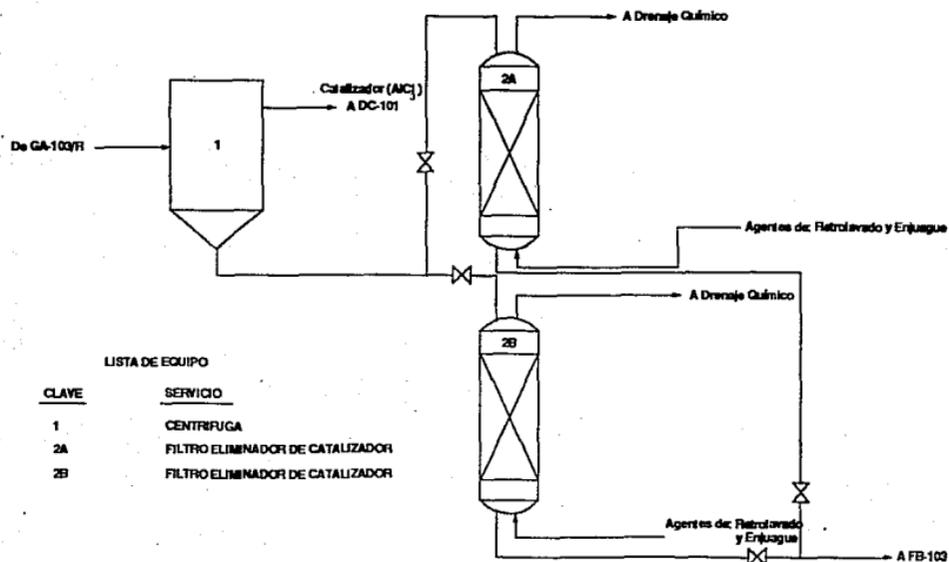
1. El proveedor deberá indicar y suministrar todos los aditamentos, equipos principales y secundarios, válvulas y conexiones para una operación segura y flexible.
2. El proveedor deberá evaluar la alternativa propuesta y presentará alternativas viables de operación.
3. El proveedor deberá sugerir el equipo necesario, así como suministrar conexiones necesarias para la regeneración del catalizador, de manera que se vuelva a re-utilizar en el reactor.
4. El proveedor deberá definir y suministrar al comprador datos de diseño de los equipos sugeridos, la periodicidad de la operación y de las filosofías de operación de los mismos. En caso de optar el proveedor por equipos de filtración, deberá especificar:

- . tipo de filtros
- . forma de retrolavado y enjuague
- . requerimientos de agentes de retrolavado y enjuague
- . tiempo de retrolavado y enjuague
- . ciclos por día

En caso de que se sugiera otros mecanismos de eliminación y regeneración, deberá proveer todos los datos técnicos de los equipos constituyentes del mecanismo.

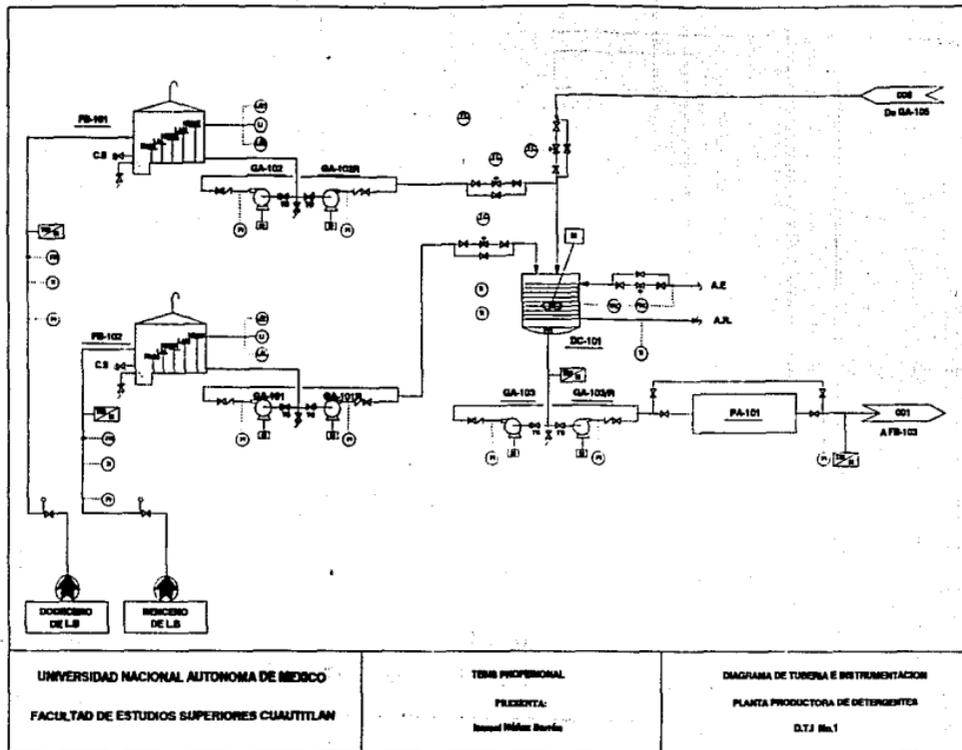
PAQUETE DE ELIMINACION DE CATALIZADOR

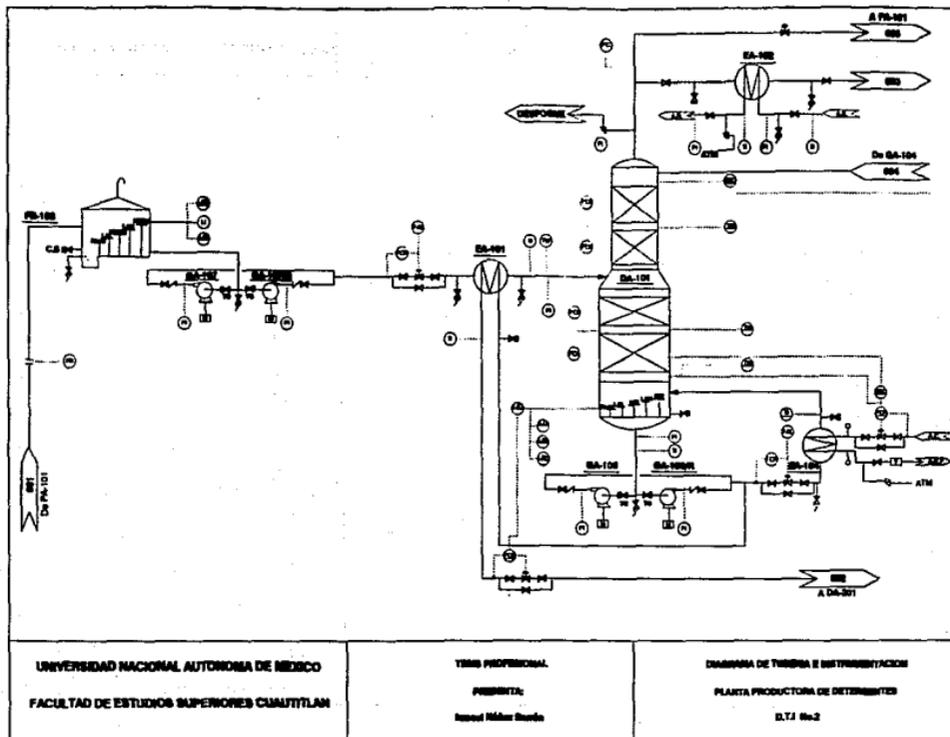
PA-101



LISTA DE EQUIPO

CLAVE	SERVICIO
1	CENTRIFUGA
2A	FILTRO ELIMINADOR DE CATALIZADOR
2B	FILTRO ELIMINADOR DE CATALIZADOR

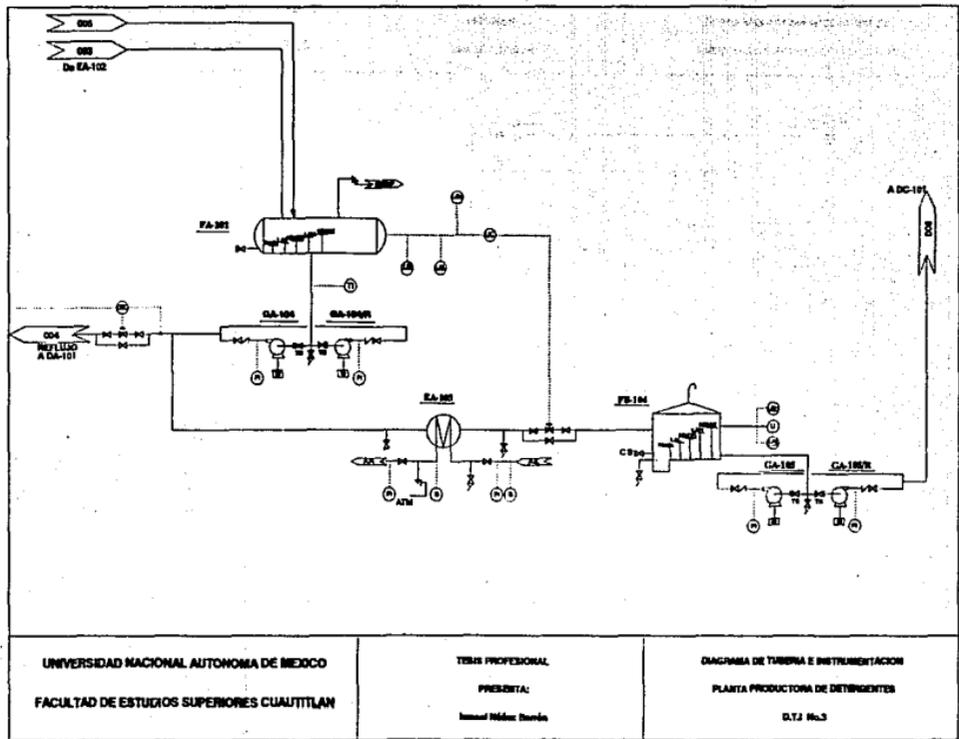




UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

TÍTULO PROFESIONAL
PRESENTA:
Ingenier Mónica García

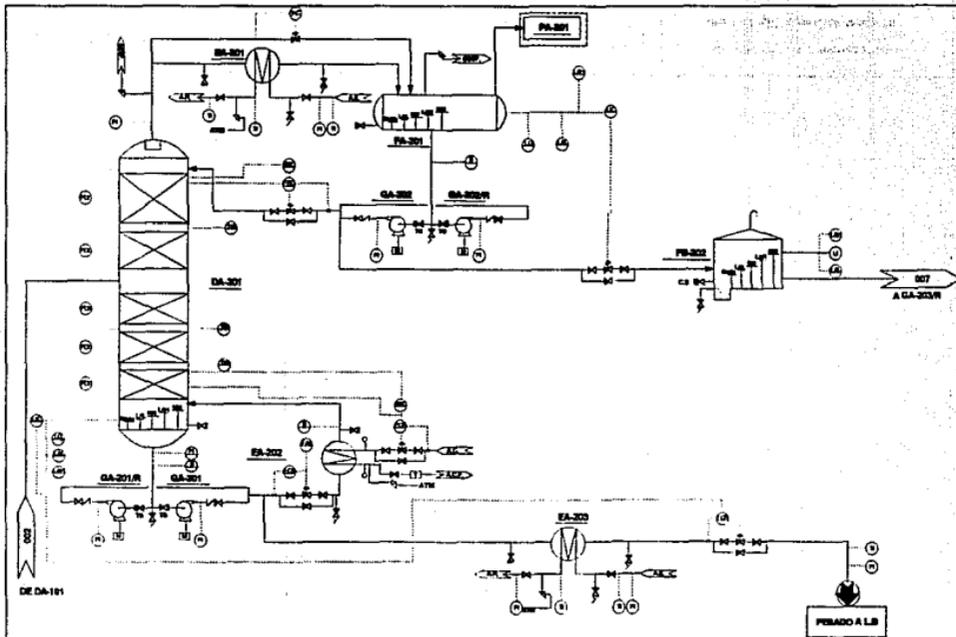
CUARRERA DE TERCERA E INSTALACIONES
PLANTA PRODUCTORA DE DETERGENTES
D.T.J. No.2



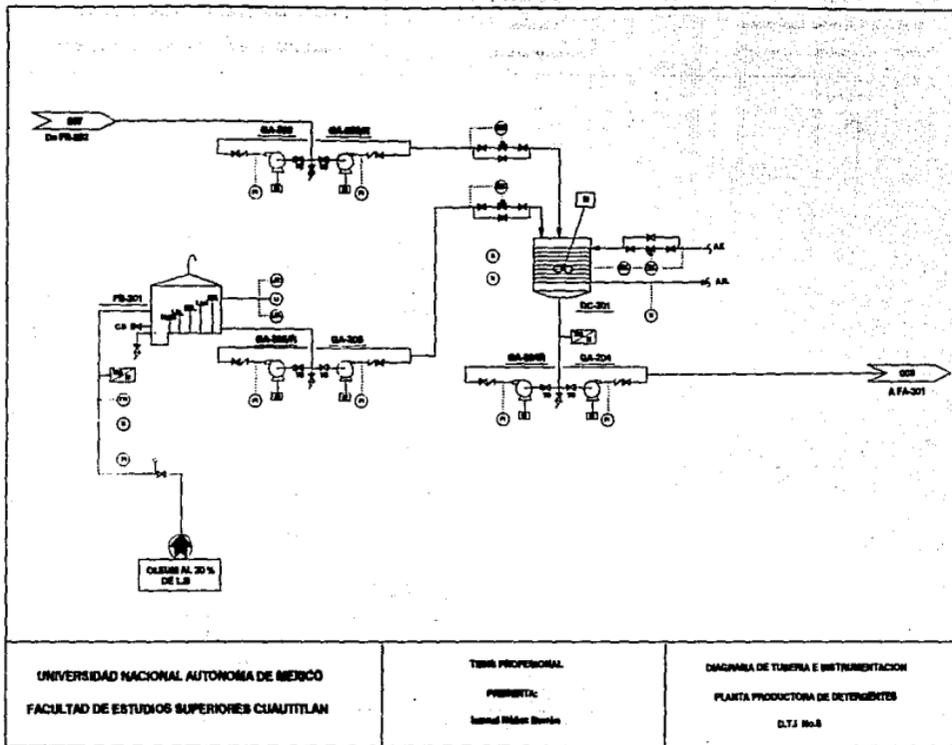
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

TERCER PROFESIONAL,
 PRESENTA:
 Inés María Durán

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION
 PLANTA PRODUCTORA DE DETERGENTES
 D.T.3 No.3



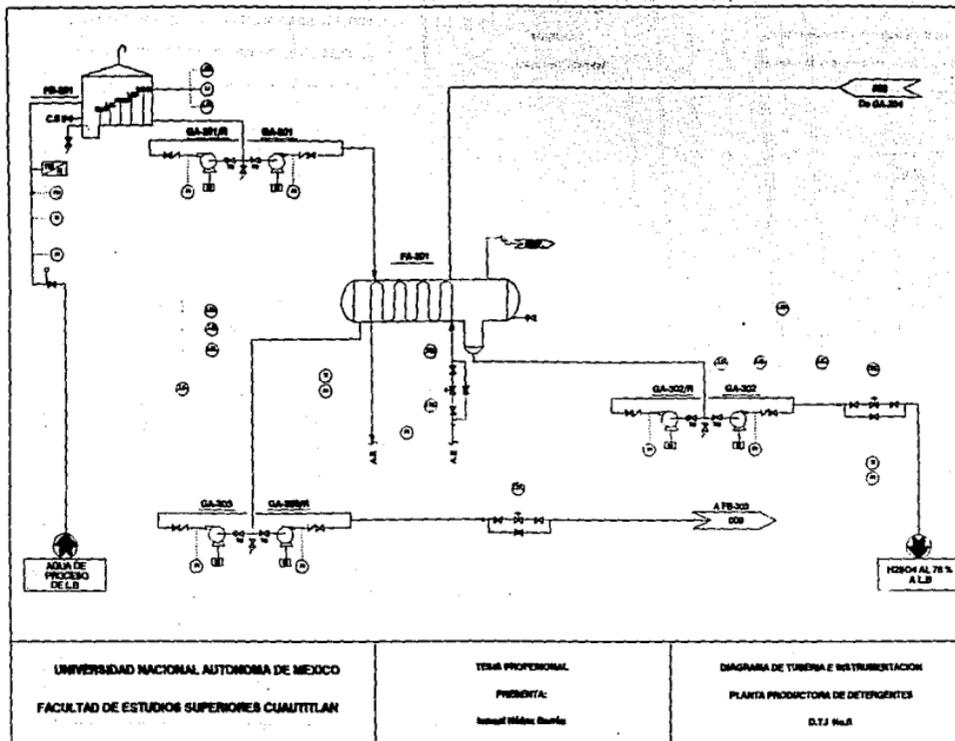
<p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN</p>	<p>TRABAJO PROFESIONAL PRESENTA: Jesús Néstor García</p>	<p>DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION PLANTA PRODUCTORA DE DETERGENTES D.T.2 No.4</p>
---	--	--



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

TÍTULO PROFESIONAL
 PRESENTA:
 Inés Mónica Barrios

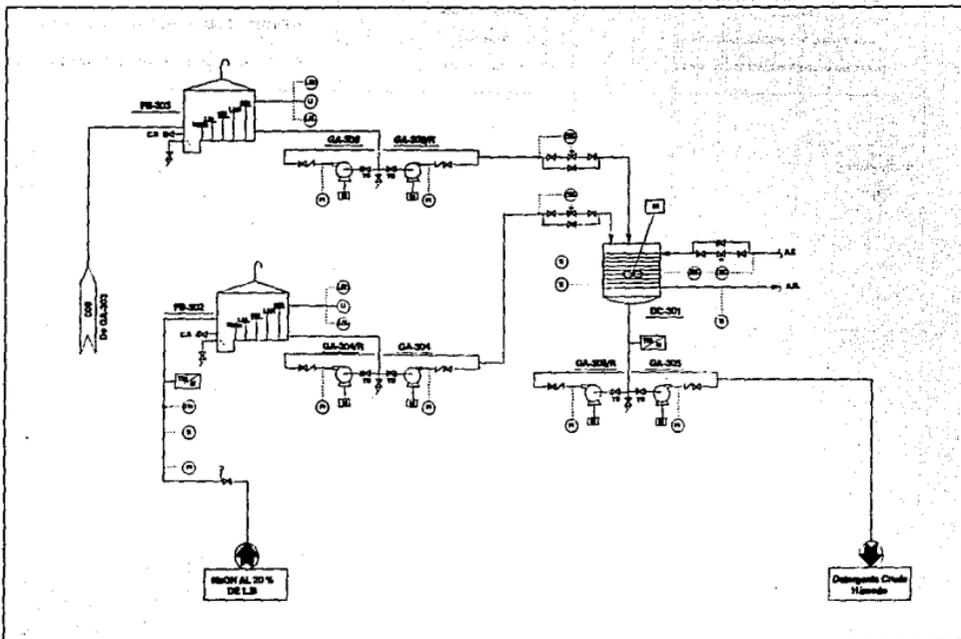
DIAGRAMA DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN
 PLANTA PRODUCTORA DE DETERGENTES
 D.T.J. No. 8



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

TESIS PROFESIONAL
 PRESENTA:
 Samuel Wilfrido Barrios

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION
 PLANTA PRODUCTORA DE DETERGENTES
 D.T.J. No.8

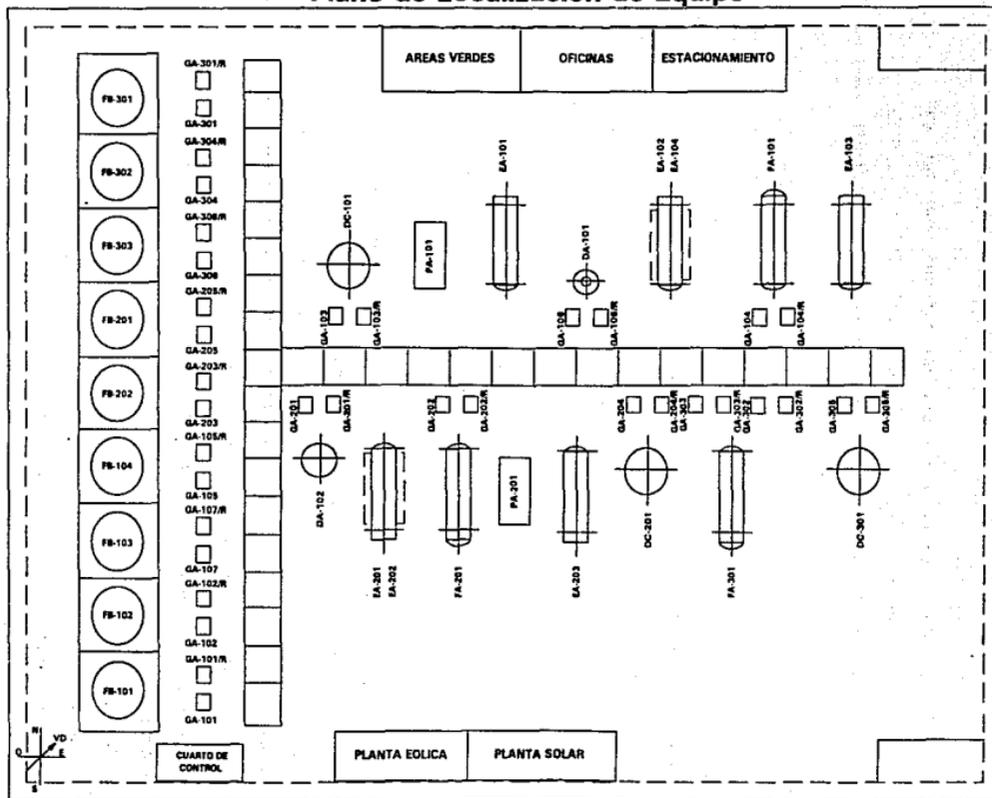


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUHTILAN

TESIS PROFESIONAL
 PRESENTA:
 Susana Hilda Durán

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION
 PLANTA PRODUCTORA DE DETERGENTES
 D.T.J. No.7

Plano de Localización de Equipo



Para nuestra planta se optó por seleccionar una soportería en arreglo "T" pero pudo haberse dado en arreglo "U" y "L" etc., lo cual es definido por la disponibilidad de terreno, y criterio del ingeniero proyectista.

J.- REQUERIMIENTO DE SERVICIOS AUXILIARES

Una vez establecido el balance de materia y energía y los documentos anteriores, ahora es necesario que como resultado de los requerimientos energéticos y de servicios de la planta, se estimen de manera completa los requerimientos de agua de enfriamiento para condensadores y enfriadores, agentes químicos (catalizador) requeridos en la etapa de alquilación, aceite de calentamiento para los rehedidores de las torres de destilación y la energía eléctrica demandada por el equipo de bombeo.

Estos servicios fueron evaluados durante la etapa de balance de materia y energía y el cálculo fue hecho considerando un sobrediseño del 10-15%, de manera que se dispone de tales servicios en caso de alguna operación anormal o en caso de que se requiera sobrecargar la planta.

Estos servicios son proporcionados en el siguiente orden :

- Agua de enfriamiento
- Energía eléctrica
- Aceite de calentamiento
- Agentes químicos (catalizador)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		SERVICIOS AUXILIARES
PROYECTO	TEMS PROFESIONAL	
PLANTA	PRODUCTORA DE DETERGENTES (ABSS).	HOJA 1 DE 1
LOCALIZACION	PACHUCA, HIDALGO	REQ./P.O. N°
SERVICIO	AGUA DE ENFRIAMIENTO	

CONDICIONES DE SUMINISTRO: P= 50 Lb/in2 man. T= 80-90 F de L.B.

CONDICIONES DE RETORNO: P= 35 Lb/in2 man. T= 90-115 F

CLAVE	SERVICIO	CONSUMO	
		LPM	GPM
EA-102	CONDENSADOR DE TORRE RECUPERADORA DE LIGEROS DA-101	21.90	6.78
EA-201	CONDENSADOR DE TORRE FRACCIONADORA DE D.D.S-PESADOS (RECUPERADORA) DA-201	208.79	66.16
EA-103	ENFRIADOR DE LIGEROS	2.83	0.694
EA-203	ENFRIADOR DE PESADOS	12.05	3.18
FA-301	ENFRIAMIENTO A TANQUE SEPARADOR DE ACIDOS	188.80	43.72
DC-101	ENFRIAMIENTO A REACTOR ALKILADOR DC-101	189.99	48.51
DC-201	ENFRIAMIENTO A REACTOR SULFONADOR DC-301	190.86	50.42
DC-301	ENFRIAMIENTO A REACTOR NEUTRALIZADOR DC-301	186.48	44.50
TOTAL		954.17	282.084

Para todos estos equipos se considero un sobrediseño del 15%.

REVISION	0	1	2	3	4	5	6	7
FECHA								
ELABORO								
SUPERVISO								

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN		SERVICIOS AUXILIARES	
PROYECTO: TESIS PROFESIONAL		ENERGIA ELECTRICA	
PLANTA	PRODUCTORA DE DETERGENTES	HOJA	1 DE 2
LOCALIZACION	PACHUCA, HIDALGO, MEXCO.	REQ./P.O. N°	
PRESENTA: ISMAEL NUÑEZ BARRON			

CLAVE	SERVICIO	VOLTAJE	FASE	CONSUMO	
				KW OPERACION	KW INSTAL.
GA-101/R	BOMBA DE CARGA DE BENCENO	115	1	0.746	1.492
GA-102/R	BOMBA DE CARGA DE DODECENO	115	1	0.559	1.119
GA-103/R	BOMBA DE EFLUENTE CRUDO	220	3	1.119	2.238
GA-104/R	BOMBA DE REFLUJO A DA-101	115	1	0.186	0.373
GA-105/R	BOMBA DE RECIRCULACION DE LIGEROS A DC-101	115	1	0.186	0.373
GA-106/R	BOMBA DE FONDOS DE DA-101	220	3	2.238	4.476
GA-107/R	BOMBA DE CARGA A FRACCIONAMIENTO	115	1	0.559	1.119
GA-201/R	BOMBA DE PRODUCTO DE FONDOS DE DA-201	220	3	1.492	2.984
GA-202/R	BOMBA DE REFLUJO A DA-201	115	1	0.559	1.119
GA-203/R	BOMBA DE CARGA DE D.D.B A DC-201	115	3	1.119	2.238
GA-204/R	BOMBA DE PRODUCTO SULFONADO	220	1	0.746	1.492
GA-205/R	BOMBA DE CARGA DE OLEUM	115	3	1.119	2.238
SUBTOTAL:				10.826	21.258

REVISION	0	1	2	3	4	5	6	7
FECHA								
PREPAR. POR								
APROB. POR								

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

SERVICIOS
AUXILIARES

PROYECTO: TESIS PROFESIONAL

ENERGIA ELECTRICA

PLANTA PRODUCTORA DE DETERGENTES

HOJA 2 DE 2

LOCALIZACION: PACHUCA, HIDALGO, MEXICO.

REQ. P.O. N°

PRESENTA: ISMAEL NUÑEZ BARRON

CLAVE	SERVICIO	VOLTAJE	FASE	CONSUMO	
				KW OPERACION	KW INSTAL.
QA-301/R	BOMBA DE AGUA DE PROCESO	115	1	0.373	0.746
QA-302/R	BOMBA DE H2SO4 AL 75 %	115	1	0.659	1.119
QA-303/R	BOMBA DE A.D.D.S.S. A FB-303	220	3	1.119	2.238
QA-304/R	BOMBA DE NaOH AL 30 %	115	1	0.746	1.492
QA-305/R	BOMBA DE PRODUCTO CRUDO	220	3	1.119	2.238
QA-306/R	BOMBA DE A.D.D.S.S A DC-301	220	3	3.338	4.476
TOTAL:				16.782	33.563

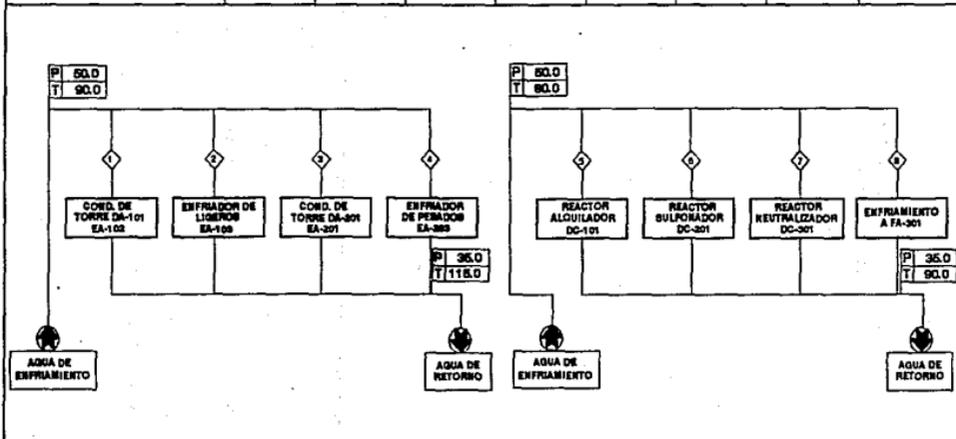
El equipo referente a agitación para los Reactores DC-101, DC-201, y DC-301 será suministrado por proveedor.

REVISION	0	1	2	3	4	5	6	7
FECHA								
PREPAR. POR								
APROB. POR								

K.- DIAGRAMA DE SERVICIOS AUXILIARES

Este diagrama, anexo, es un resultado general de la integración de los servicios auxiliares, en él se muestran los requerimientos de agua de enfriamiento demandada para los equipos de proceso y de servicios (condensadores, enfriadores, separadores, reactores, etc.)

CORRIENTE	1	2	3	4	5	6	7	8
PRESION (lb/in ²)	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
FLUJO (GPM)	5.78	0.894	55.18	3.180	48.610	50.427	44.505	43.720
TEMPERATURA (°F)	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0	90.0



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

TESIS PROFESIONAL
PRESENTA
Ismael Núñez Barrón

DIAGRAMA DE SERVICIOS AUXILIARES
(AGUA DE ENFRIAMIENTO DE L.B.)
PLANTA PRODUCTORA
DE DETERGENTES

CAPITULO V

FUENTES ALTERNAS DE ENERGIA EOLICA-SOLAR

Como resultado de la ingeniería básica y como un requerimiento para la Planta, ahora es necesario abastecer de energía eléctrica a la misma.

Como pudo observarse en el capítulo anterior nuestros requerimientos de energía eléctrica ascienden a 30 Kw de manera global, estos consumos (demanda) fueron estimados durante la etapa de diseño de equipos (bombas), mostrados en el capítulo anterior en las hojas de datos de las bombas y resumidos en los requerimientos de servicios auxiliares en lo que refiere a energía eléctrica.

En en este capítulo nos avocaremos a definir fuentes alternas de generación de energía eléctrica y particularmente se analizarán las del tipo eólico y solar. Para tales fuentes se definirán sus procedimientos de operación, captación y almacenamiento de la energía generada por las Plantas.

Este capítulo está dividido en dos secciones, las cuales se describen de manera completa como sigue:

ENERGIA SOLAR

Lo referente a la generación de energía eléctrica por medio del sol será definido por secciones como sigue:

A.- Generalidades

B.- Aplicación

C.- Almacenamiento de la energía e inversión de la corriente

A.- GENERALIDADES

ANTECEDENTES

Como resultado del creciente mundo industrializado y de la elevada explosión demográfica día a día la demanda de mayor cantidad de servicios demográficos (agua potable, vivienda, fuentes de trabajo, oportunidades de vida y energía eléctrica) ya resulta exorbitante y en estos tiempos empieza a ser insuficiente su producción, pero resulta más problemático el uso adecuado de las mismas.

Tal como ocurre con las fuentes naturales de vida, el agua potable y la energía eléctrica, su producción, racionalización y distribución resultan pobres debido a la demanda requerida.

Un problema de especial interés es el concerniente a la producción de energía eléctrica, hoy en día la demanda por parte de los sectores industrial y público ya es exorbitante, a tal grado que la energía que actualmente producimos vía plantas termoeléctricas, hidroeléctricas, carboeléctricas, geotérmicas y de ciclos de generación de vapor ya resulta insuficiente y en cierta medida obsoleta. En vista de esto podría preguntarse durante Cuántos años más podrán aún estas fuentes suministrarnos cantidades adecuadas de calor y energía?

Como resultado a estos problemas, una solución viable e inagotable de energía eléctrica puede darse a partir de la naturaleza por medio del uso de fuentes naturales de energía, o como a futuro se hará, a partir de la energía nuclear del mundo industrializado.

Estas fuentes tienen como característica común que son inagotables y como comparación mientras las fuentes naturales son económicas, de producción constante, sin ruido, sin producción de contaminación y ocupan menor área; las fuentes de energía nuclear son riesgosas, peligrosas para la salud, contaminantes, costosas y ocupan más área, pero producen un potencial mas efectivo de energía aprovechable aunque es una fuente que continua en estudio en el mundo entero.

De vital interés en la actualidad es poder hacer un uso más adecuado de otras fuentes alternas de generación de energía diferentes a las que hasta hoy se siguen explotando como son: el agua de las cascada y ríos (hidroeléctrica), el vapor de la tierra (geotérmica), hidrocarburos (termoeléctrica), carbón mineral (carboeléctrica). Es decir, hablamos de poder aprovechar otros tipos de fuentes naturales, como la energía eólica solar y la producida por la marea en el mar, estas, dentro de la gran cantidad de fuentes de aprovechamiento energético contenidas en la naturaleza.

En lo que se refiere a energía solar, es tiempo de que se aproveche su potencial tanto a nivel industrial y doméstico.

Esto es debido a que diariamente el sol irradia un determinado número de horas/día de energía, la cual hasta nuestros días se desperdicia, como ejemplo de esto, se sabe que una casa de 100 m^2 recibe en 8 horas de día soleado cerca de 500,000 Kcal. aprovechada podría proporcionarnos 58 Kw/hr de electricidad usando un calentador, una máquina o un dínamo con eficiencia de un 10% .

De igual forma ocurre con los molinos de viento, hasta nuestros días el uso que se les da es mínimo, debido a que, se desconoce el potencial de generación de estas plantas.

Su utilidad es variable según las necesidades del usuario, son muy usadas en zonas alejadas de la ciudad, en cañadas, planicies y zonas áridas donde no cuentan con energía para extraer agua de pozos por medio de bombas, o donde no se tiene electricidad para servicio doméstico.

Cabe mencionar que para poder pensar en implementar un sistema de este tipo habrá que hacer un estudio económico y de viabilidad, para determinar la rentabilidad y saber en que tiempo se recuperará la inversión. Pero antes de hacer esto, es necesario pensar en algo importante y fundamental como son las condiciones climatológicas, es decir, para el caso de la planta solar, habrá que tener definidos los días soleados y las horas de sol por día; en cambio para la planta eólica, lo importante es la velocidad del viento. Es por ello que es de vital importancia la localización donde se piensan instalar tales dispositivos, lo cual, repercutirá en el eficiente funcionamiento de estas plantas solares y eólicas. También es importante resaltar que estos dispositivos no generan contaminantes de ningún tipo y en lo que se refiere a espacio ocupan poca extensión de terreno útil.

FUNCIONAMIENTO DE UNA UNIDAD SOLAR

El funcionamiento de una unidad solar es en base a la utilidad que presentan los semiconductores, es decir a la característica y capacidad que tienen éstos de tener de más o carecer de un electrón en su estructura atómica.

Se sabe que una celda como parte principal está provista de dos tipos de semiconductores, uno del tipo N y otro del tipo P, dependiendo esto, de si tienen un electrón de más o no.

Estos semiconductores estan arreglados en dos capas una del tipo P y otra del tipo N. Estas capas están colocadas sobrepuestas una sobre otra, de tal manera que, cuando hay incidencia de radiación solar, provocará excitación electrónica de la capa del semiconductor con exceso de electrones hacia el semiconductor con deficiencia de electrones, provocandose un bombardeo continuo generando con ello, una diferencia de potencial que es variable según los semiconductores usados durante la construcción del módulo solar.

Como ejemplo de estos semiconductores tipo N y tipo P se tiene el siguiente:

Silicio + Arsenico = Tipo N (un electrón de más)
Silicio + Boro = Tipo P (un electrón de menos)

Cuando se sobreponen en forma de emparedado, forman un diodo, y cuando cruzan la unión P-N por excitación electrónica debida a exposición solar se genera la diferencia de potencial.



Algunos otros semiconductores usados en celdas solares son los siguientes:

- . Sulfuro de cadmio
- . Telurio de cadmio
- . Germanio
- . Oxido de cobre
- . Arseniuro de calcio

Realmente la electricidad producida por las celdas solares puede citarse en un 16-18% de la intensidad de la radiación solar, como máximo estos sistemas alcanzan eficiencia del 24% (lo cual es función del material usado en la celda solar).

CONSTITUCION DE UNA CELDA SOLAR

En sí podemos decir que la parte medular de la misma la constituyen los semiconductores tipo N y tipo P. A su vez, estas celdas están encapsuladas en una base de acetato de vinilo etilénico con fluoruro de polivinilo, entre una cubierta de vidrio templado y un respaldo de papel de aluminio. La totalidad del laminado se encuentra dentro de un armazón de aluminio anodizado que asegura su resistencia estructural y facilidad de instalación.

FACTORES QUE DETERMINAN EL TAMAÑO DE LA RED SOLAR

El tamaño de una red solar productora de electricidad depende de la cantidad de energía (vatios) que se requiera, el tiempo (horas) que vaya a usarse, el sistema y la cantidad de energía que puede proporcionar el sol (horas de sol por día) en el lugar en cuestión. Las primeras dos de estas variables las establece el usuario mientras que la tercera depende de la ubicación. Realmente estos factores son los que deben de considerarse para el diseño y planeación de un sistema solar de abasto de energía eléctrica. Como punto importante y vital es la energía que puede recibirse del sol para el funcionamiento de las celdas fotovoltaicas, es por esto que deben tenerse valores mínimos, promedios y máximos de horas de sol por día para el lugar geográfico de localización de los paneles. (Ver tabla No.1)

Tabla No. 1

* HORAS DE SOL POR DIA EN AMERICA LATINA

LATITUD	LONGITUD	LUGAR	VALORES			
			Max.	Min.	Prom.	Inclin.
05 Sur	04 Este	Antar, Argentina, Iafaa Argentina	4.18	1.04	3.05	95 Norte
35 Sur	58 Oeste	Argentina, Buenos Aires	5.30	3.79	4.78	80 Norte
20 Sur	68 Oeste	Argentina, Neuquen	5.33	1.74	4.12	80 Norte
31 Sur	62 Oeste	Argentina, Rafaela	4.05	1.78	3.35	55 Norte
18 Sur	59 Oeste	Brazil, Coimbra	4.21	3.78	4.02	95 Norte
26 Sur	49 Oeste	Brazil, Curitiba	4.67	4.53	4.60	45 Norte
10 Sur	36 Oeste	Brazil, Maceió	5.79	5.22	5.50	25 Norte
11 Sur	48 Oeste	Brazil, Porto Nacional	6.30	4.66	5.46	15 Norte
30 Sur	54 Oeste	Brazil, Santa Maria	5.07	4.09	4.73	50 Norte
23 Sur	60 Oeste	Chile, Desierto de Atacama	6.57	6.50	7.36	35 Norte
34 Sur	71 Oeste	Chile, Santiago	6.35	3.33	4.97	55 Norte
19 Norte	105 Oeste	México, Toluca	6.50	5.41	5.96	20 Norte
9 Norte	80 Oeste	Panamá, Zona del Canal	6.19	3.50	4.91	50 Sur
12 Sur	75 Oeste	Perú, Huancayo	7.27	5.78	6.74	15 Norte
19 Norte	66 Oeste	Puerto Rico, San Juan	7.13	5.89	6.30	20 Sur
35 Sur	58 Oeste	Montevideo, Uruguay	5.83	4.26	5.15	80 Norte
10 Norte	65 Oeste	Venezuela, Barcelona	6.05	4.63	5.59	15 Sur
11 Norte	72 Oeste	Venezuela, Maracaibo	6.09	4.82	5.53	15 Sur

* Datos a considerar y que deberán utilizarse para calcular el tamaño de su red solar. Podría usted usar el valor correspondiente a su ciudad o a la más cercana.

Para diseñar un sistema que sea eficiente debemos considerar cada aparato que se piensa conectar al sistema y decidir cómo podemos obtener el máximo rendimiento con un mínimo de energía.

B.- APLICACION

UTILIDAD DE LOS SISTEMAS SOLARES

Entre los diversos sistemas de utilización de energía solar citaremos a continuación los usos más comunes de los mismos:

- Estaciones repetidoras de microondas y de radio.
- Electrificación de poblaciones y centros comunitarios de lugares apartados.
- Instalaciones médicas en áreas rurales.
- Corriente eléctrica para casas de campo.
- Sistemas de comunicación de emergencia.
- Faros, begs, balizas de navegación marítima.
- Bombeo para sistemas de riego, agua potable en áreas rurales y abrevadores para el ganado.
- Balizamiento para protección aeronáutica.
- Sistemas de protección catódica.
- Sistemas de desalación (desalado de agua de mar).
- Vehículos de recreo.
- Señalización ferroviaria.
- Sistemas para cargar los acumuladores de barcos de vela.

- Abasto a instalación de Compañía de Luz.
- Alumbrado público.
- Calentamiento de agua y calefacción.
- Refrigeración.
- Sistemas de comunicación.
- Ventiladores.
- Accionamiento de aparatos domésticos.

DISPONIBILIDAD Y TAMAÑOS EN EL MERCADO

Realmente la selección de un sistema solar, sólo es función de los siguientes puntos: de la cantidad de energía que se requiera, de las diversas aplicaciones que se le vaya a dar, y de la tensión demandada, en función de esto podemos tener los siguientes tamaños disponibles en el mercado:

- 59 vatios
- 48 vatios
- 45 vatios
- 38 vatios
- 24 vatios
- 11 vatios

Se sabe que los de mayor tamaño, proporcionan mayor tensión y captación de energía.

Para satisfacer sus necesidades de manera completa pueden tenerse combinaciones en serie-paralelo.

En cuanto al área que ocupan las celdas solares, es mínima y para los sistemas dados anteriormente se tienen las siguientes dimensiones comerciales:

ANCHO (mm)	LARGO (mm)	VATIOS
447	1216	59
445	985	48
485	880	45
445	805	38
445	535	24

SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Realmente el uso de los paneles solares es variable debido a que en función de sus necesidades estará la capacidad del sistema y dentro de estos últimos podemos tener los siguientes:

- Sistema independiente de corriente continua
- Sistema independiente de corriente continua y alterna
- Combinación de un sistema fotovoltaico y generador
- Sistema de acoplamiento con la red pública
- Sistema de interconexión con la red pública

SISTEMA INDEPENDIENTE DE CORRIENTE CONTINUA

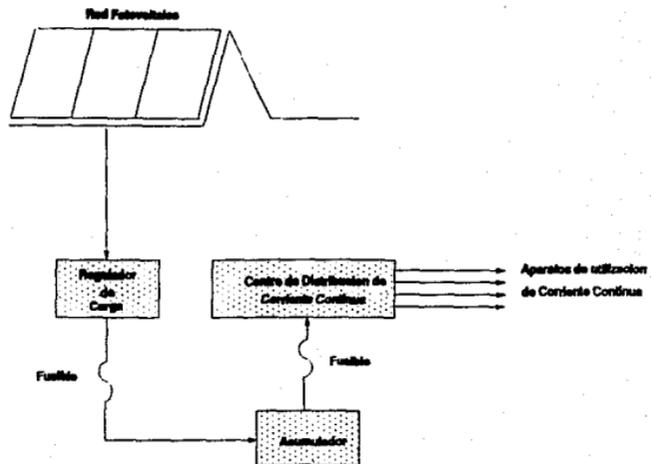
Este sistema debido a su tamaño es usado como sustituto para las lámparas de gas propano o de queroseno ya sea en una casa de campo apartada, en un vehículo recreativo o en un barco. El tamaño de la red fotovoltaica y del acumulador dependerá de las necesidades particulares del caso. En este sistema la red fotovoltaica carga el acumulador durante las horas de luz solar y el acumulador suministra la energía eléctrica cuando se requiera. Al quedar completamente cargado el acumulador, un dispositivo de regulación frena el cargado del mismo. El centro de carga cuenta con medidores para verificar el funcionamiento efectivo del sistema y con fusibles para proteger el cableado en caso de ocurrir alguna falla o de presentarse un corto circuito en la casa. (ver cuadro No. 1).

SISTEMA INDEPENDIENTE DE CORRIENTE CONTINUA Y ALIERNA

Es un sistema idéntico al anterior con excepción de que incluye un inversor, un dispositivo electrónico que convierte la corriente continua en alterna. A su vez permite el uso de aparatos domésticos comunes como herramientas eléctricas, aspiradoras, lavadoras y aparatos eléctricos de cocina.

En el mercado existen inversores CC-CA con potencias útiles desde 100 vatios hasta 12 Kwatios y con una eficiencia de conversión superior al 90%.

CUADRO No. 1: PEQUEÑO SISTEMA INDEPENDIENTE DE CORRIENTE CONTINUA



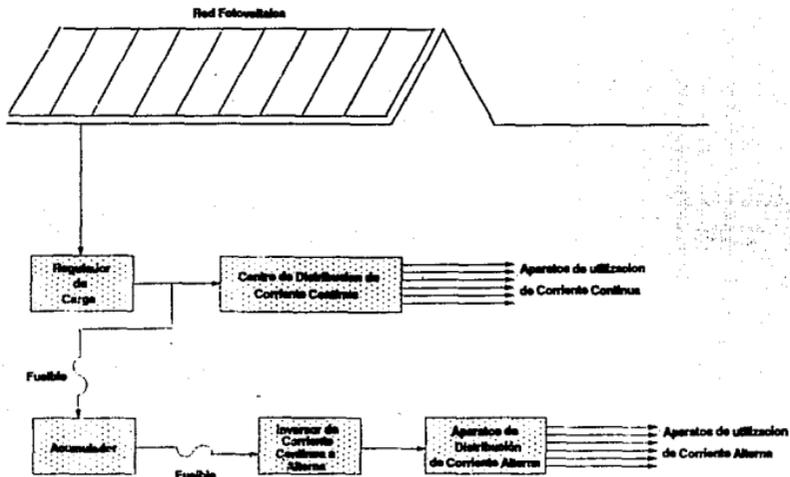
A fin de asegurar una operación y funcionamiento confiable, deberá seleccionarse con cuidado un inversor que corresponda a las cargas que habrán de utilizarse. Por lo cual, entre mayor sea la carga del sistema, más grande tendrá que ser la red fotovoltaica y mayor la capacidad de los acumuladores. (Ver cuadro No. 2)

SISTEMA INDEPENDIENTE DE CORRIENTE ALTERNA

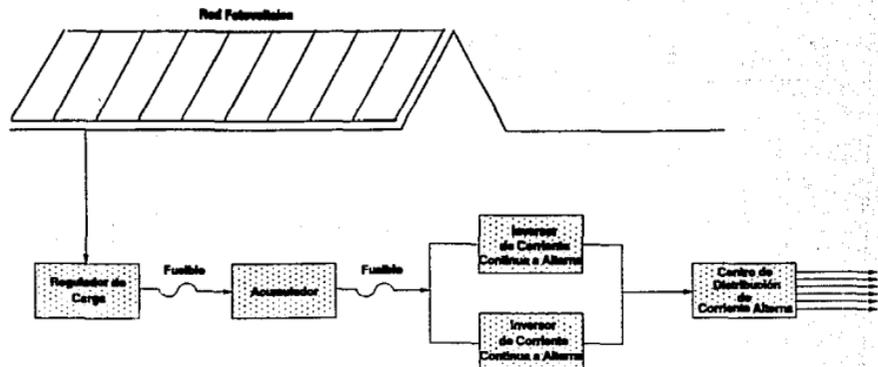
Está constituido de una red de 10 módulos fotovoltaicos o más, una batería de acumuladores y uno o varios inversores. Dos o más inversores en cascada resultan ideales para este tipo de sistema ya que pueden funcionar en conjunto para suministrar una gran cantidad de corriente y si alguno falla, los demás pueden seguir funcionando con una capacidad menor, hasta que se lleven a cabo las reparaciones. Esta redundancia resulta importante para aparatos que requieren de operación constante, como los refrigeradores y congeladores.

En residencias grandes, un sistema de corriente alterna simplifica el cableado, ya que permite el uso de apagadores, y tomas de corriente. (Ver cuadro No. 3)

CUADRO No. 2: SISTEMA INDEPENDIENTE DE CORRIENTE ALTERNA Y CONTINUA



CUADRO No. 3: SISTEMA INDEPENDIENTE DE CORRIENTE ALTERNA

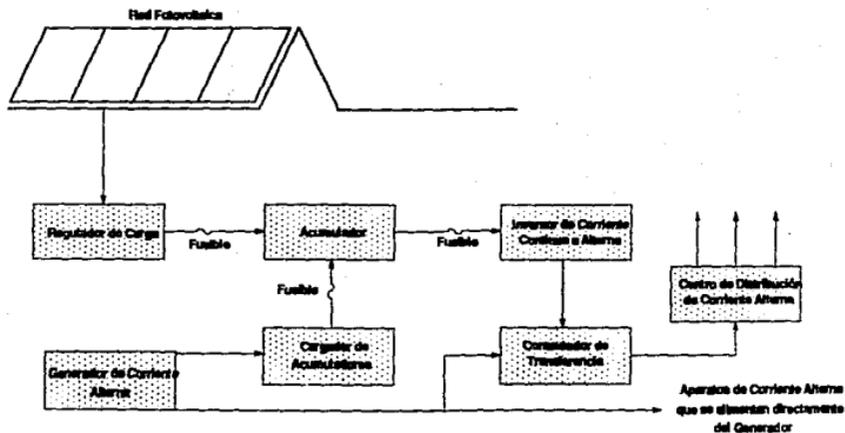


COMBINACION DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UN GENERADOR

Este sistema puede resultar en una alternativa económica en lugares propensos a condiciones meteorológicas adversas, así el tamaño de la red fotovoltaica que se instale no tendrá que corresponder a las peores condiciones climatológicas que se presentan en esos lugares, sino solamente a las que normalmente se tienen. En caso de días nublados y cerrados, un generador con motor de gasolina propano o diesel equipado con un cargador para los acumuladores, suple a la red fotovoltaica, cuando el tiempo lo requiere, o bien podría ser operado cuando las necesidades de corriente sean mayores o excedan a lo normal.

Si el tamaño de la red fotovoltaica es mucho menor al que se requiera para uso normal, el generador suministrará la corriente en momentos de mayor demanda, por ejemplo al lavarse la ropa o bombearse el agua. Simultáneamente accionará el cargador de los acumuladores. Además de permitir el empleo de una red fotovoltaica de menor tamaño, un sistema cargador de reserva permite el uso de una batería de acumuladores más pequeños. Para asegurar una operación eficiente del sistema, deberá tenerse el mayor cuidado en la determinación del tamaño del generador y de la batería de acumuladores (Ver cuadro No. 4)

CUADRO No. 4: COMBINACION DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO Y UN GENERADOR

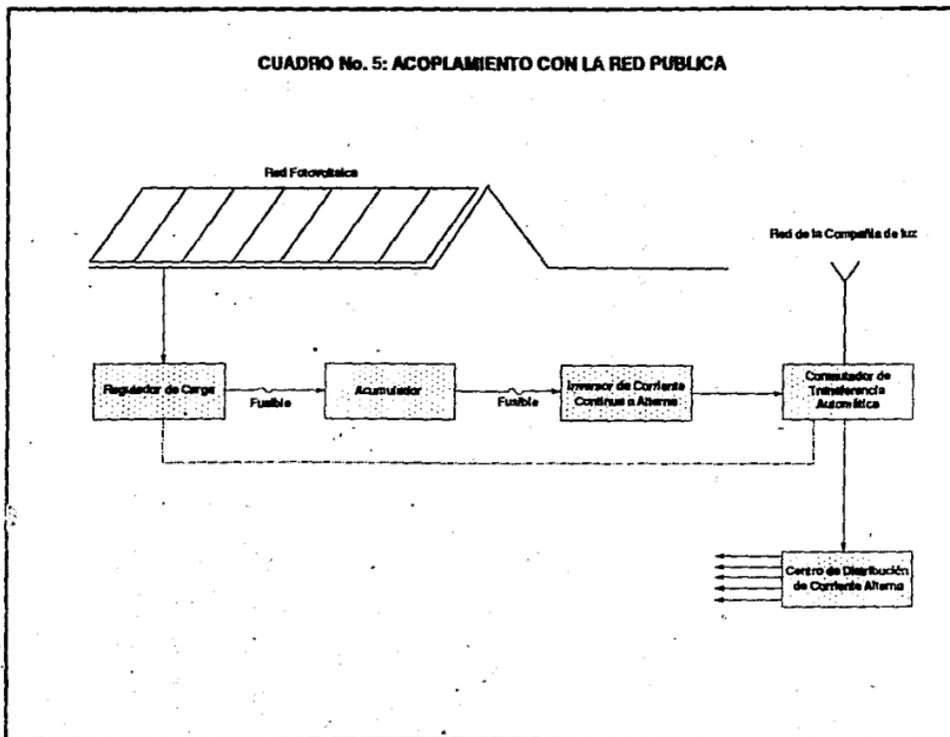


SISTEMA DE ACOPLAMIENTO CON LA RED PUBLICA

Por medio de este enlace con las fincas de la compañía de electricidad, un sistema fotovoltaico cuenta con el respaldo de la corriente de la red pública de distribución. En caso de descarga de los acumuladores, un conmutador de transferencia automático conecta la casa a las líneas de servicio público, hasta que la red fotovoltaica haya establecido el nivel de carga de la batería de acumuladores. Al terminar de cargar los acumuladores, el conmutador automáticamente vuelve a conectar los aparatos de la casa al inversor del sistema solar. Como característica, este acoplamiento puede usarse con una red fotovoltaica de cualquier tamaño. Puesto que se dispondrá de electricidad de la red pública en cualquier momento que se necesite, se puede empezar con un sistema solar pequeño e incrementar su capacidad posteriormente a manera de depender cada vez menos del servicio público de energía eléctrica.

Este tipo de sistema de acoplamiento representa un costo inicial menor en comparación con el del sistema de interconexión que se describe a continuación y a diferencia de éste funcionará al presentar fallas de corriente en la red pública. (Ver cuadro No. 5)

CUADRO No. 5: ACOPLAMIENTO CON LA RED PUBLICA

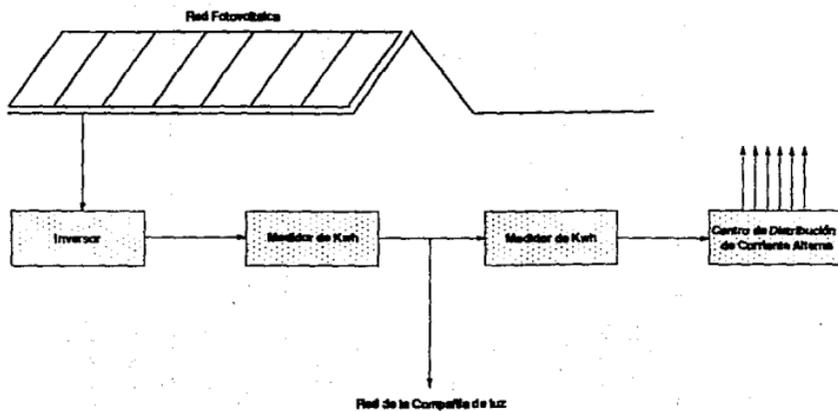


INTERCONEXION CON LA RED PUBLICA.

Este sistema de interconexión con las líneas públicas abre la posibilidad de vender corriente a la propia compañía de electricidad. Presenta un tipo especial de inversor que convierte la corriente continua de la red fotovoltaica en corriente alterna de pequeña distorsión del tipo que compran las compañías de luz. Para estos sistemas no se requieren acumuladores para almacenar la corriente. Al momento de que los módulos solares produzcan la corriente, estos se suministran a través de un medidor de kilovatios-horas (Kwh), a la red pública de distribución. Es usado un segundo medidor de kilovatio-horas para medir la corriente consumida en la casa.

Para ser rentable, un sistema de interconexión requiere una red fotovoltaica de cuando menos 100 vatios (20 módulos fotovoltaicos o más), ya que los inversores de interconexión más pequeños son de 1000 vatios (1 Kw). Estos inversores cuentan más que los inversores para sistemas independientes, debido a las exigencias de las compañías de electricidad en cuanto a las características de la corriente que compran. (Ver cuadro No. 6).

CUADRO No. 6: INTERCONEXION CON LA RED PUBLICA



C.- ALMACENAMIENTO DE LA ENERGIA E INVERSION DE LA CORRIENTE

ACUMULADORES

Una vez generada la energía eléctrica mediante las celdas fotovoltaicas, resulta importante pensar en que forma se almacenará la misma, debio a que es necesario tener almacenamiento de energía de al menos unos días, en caso de que se tengan condiciones de nubosidad o lluvias, para garantizar abasto adecuado a las instalaciones que demanden, esto se logra mediante el uso de acumuladores, los cuales son cargados en horas de sol para descargarse cuando se requiera. de energía en el sistema particular.

Dentro de los más usados encontramos a los de plomo-calcio y los de plomo-antimonio, su funcionamiento es similar al funcionamiento en un automóvil, la diferencia en ello radica en que los de plomo-calcio no deben descargarse rápidamente, en cambio los de plomo-antimonio si lo pueden hacer, lo cual repercute en su selección para este tipo de sistemas solares. Es por esto que para sistemas fotovoltaicos se usan los de plomo-antimonio, ya que como característica pueden ser descargados del 50 al 80% de su capacidad. Más aún, aunque su diseño le permita fuertes descargas, su vida útil puede prolongarse con un sistema adecuado que le evite descargas de más del 50% de su capacidad.

Los acumuladores de plomo varían en tamaño desde los pequeños de 2 voltios hasta los muy grandes de 12, estos últimos usados en la industria.

En cuanto a su configuración, pueden conectarse en serie para obtener mayor tensión, o en paralelo para obtener mayor capacidad de amperios-hora, o si se requiere en una combinación serie-paralelo.

TAMAÑO DE LAS BATERIAS

El tamaño de la batería de acumuladores dependerá de los siguientes puntos:

- La capacidad de almacenamiento que se requiera
- El nivel de descarga máximo en un momento dado
- El nivel máximo de carga
- La temperatura ambiente de los acumuladores

Estos se explican a continuación como sigue:

CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO

Se define como la cantidad de energía eléctrica que puede retener, es expresada en amperios-hora. Es decir, si se suministra un amperio durante 100 horas, se dice que se han suministrado 100 amperios-hora.

Los acumuladores de un sistema fotovoltaico deben contar con suficiente capacidad para suministrar la energía que se consumirá durante el periodo máximo que se espera de cielo nublado, sin que se descarguen en más del 80% de su carga.

CARGA DE ACUMULADORES

Normalmente un acumulador puede cargarse sin daño con una corriente (amperaje) igual a una décima parte de su capacidad de amperios-horas o menos. Entre más lentamente se cargue un acumulador, más eficiente será la carga y por el contrario resulta en la acumulación de calor excesivo dentro del acumulador, lo cual acorta la vida del mismo.

REGIMEN DE DESCARGA

El régimen de descarga de un acumulador es el lapso de tiempo durante el cual, el acumulador suministrará corriente a nivel máximo, es decir, si un acumulador de 100 amperios-hora con un régimen de descarga de 20 horas, ha sido diseñado para suministrar 5 amperios por hora y en 20 horas habrá agotado su carga total de 100 amperios-hora. De lo anterior se puede ver que si se descarga un acumulador más rápidamente que su régimen de descarga, su capacidad será menor y viceversa.

EFEECTO DE LA TEMPERATURA AMBIENTE

Al seleccionar los acumuladores, debe tomarse en cuenta la temperatura ambiente en la que se usarán. La capacidad nominal de un acumulador es la correcta cuando se encuentra a 80°F. Sin embargo, si ese mismo acumulador se encuentra a 40°F, su capacidad efectiva será del 75% de su capacidad nominal y a 0°F su capacidad efectiva será sólo del 50% de su capacidad nominal. Si se van a colocar los acumuladores en un lugar que no cuenta con calefacción la determinación del tamaño de los mismos debe basarse en la temperatura más baja que se presentará en el lugar geográfico de localización.

Cuando hablamos de carga de acumuladores implica hablar indirectamente de mantenimiento de los mismos, ya que son ligados un término a otro, por lo cual, en lo siguiente hablaremos de mantenimiento a acumuladores.

1. Mantenimiento a acumulador con tapones que se puedan abrir.

En ellos se debe revisar el nivel del electrolito en todas las celdas de los acumuladores cada 90 días. Si resulta necesario, añada agua destilada hasta que el nivel rebasa las láminas por un centímetro. Utilizando un hidrómetro, revise la gravedad específica de todos los elementos cada 30 días al inicio y cada 90 días después para confirmar que el sistema de carga viene funcionando correctamente.

La gravedad específica es la medida más precisa para determinar el estado de carga de un acumulador. La tabla No. 2 indica la relación que la gravedad específica guarda con el estado de la carga.

2. Acumuladores sellados

Para ellos tendrá que utilizarse un voltímetro para determinar el estado de carga de los mismos. La tabla No. 3 indica la relación que la tensión guarda con el estado de la carga.

INVERSORES DE CORRIENTE

Tienen la finalidad de cambiar y rectificar la corriente de continua a alterna o viceversa según las necesidades.

La selección de un inversor dependerá de: la carga máxima, la máxima sobrecarga momentánea que puede necesitarse, la tensión de salida que se requiere y las características optativas que se deseen.

En forma general el tamaño del inversor se mide por su máxima potencia de salida continua en vatios. Esta deberá ser mayor al voltaje total de todos los aparatos de corriente alterna que funcionarán al mismo tiempo. Entre los tipos más comunes encontramos los siguientes:

TABLA No. 2: RELACION ENTRE LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE UN ACUMULADOR Y SU ESTADO DE CARGA

Gravedad específica	Porcentaje de carga completa
1.280	100 %
1.285	80 %
1.220	60 %
1.200	46 %
1.170	20 %
1.140	00 %

TABLA No. 3: RELACION ENTRE LA TENSION DE UN ACUMULADOR Y SU ESTADO DE CARGA

Tensión	Porcentaje de carga completa
13.0	100 %
12.5	80 %
12.1	60 %
11.7	40 %
11.5	20 %
11.0	00 %

- **Inversor Estático:**

Tiene la función de convertir la corriente continua almacenada en acumuladores en corriente alterna que pueda utilizarse según se necesite.

- **Inversor Sincrónico:**

Tiene la función de convertir la corriente continua en corriente alterna que será alimentada a la red pública de distribución. A su vez estos sistemas requieren corriente de la red de distribución para su funcionamiento, razón por la cual no pueden usarse en áreas remotas, alejadas de las líneas de distribución.

FACTORES A CONSIDERAR PARA LA SELECCION DE UN INVERSOR

- Un vataje nominal superior a la suma de todas las cargas que vayan a funcionar al mismo tiempo.
- Una capacidad de sobrecarga transitoria más de 6 veces mayor al vataje del motor de inducción más grande que se vaya a tener trabajando en el sistema.
- Un regulador de frecuencia, si es que se tienen aparatos con motor síncronico.
- Tensión alterna apropiada (de 120V o de 120/240V)

INSTALACION DE MODULOS SOLARES

ESTRUCTURA DE MONTAJE

Las estructuras de montaje constan de patas y rieles angulares de aluminio y herrajería de acero inoxidable. Se surten las estructuras en cuatro tamaños diferentes como a continuación se describe:

1. Para montar un solo módulo
2. Para montar dos módulos
3. Para montar cuatro módulos
4. Para montar seis módulos

Todas las estructuras han sido diseñadas para el montaje sobre una superficie y son ajustables para darle el ancho de inclinación que se necesite, por lo general a 45, 50, 55 ó 60 grados respecto a la horizontal.

ORIENTACION

La estructura de montaje deberá mirar hacia el sur geográfico en el hemisferio norte y hacia el norte en el hemisferio sur. Se deben instalar en un sitio donde no queden a la sombra entre las 9:00 y las 16:00 hrs. Para ellos si es necesario deberán hacerse los ajustes procedentes según la variación magnética local.

CIMENTACION

Las cuatro patas de cada estructura de montaje necesitan de más cimentación segura; si se usa hormigón para la cimentación, coloque cuatro pernos en el hormigón antes de que endurezca dejando expuestos 2.5 cm. de la rosca. Estos pernos servirán para fijar las patas de montaje a la cimentación.

COLOCACION DE LOS MODULOS SOBRE LOS RIELES

Colocar los módulos boca abajo sobre una superficie plana que este limpia de objetos punzantes. Disponer de ellos uno junto al otro, con todas las cajas de empalme en el mismo extremo.

Colocar los dos rieles laterales a lo largo de los extremos de los módulos, de tal manera que coincidan con los bordes exteriores de los mismos.

Para la unión de los módulos use tornillos mecánicos , junto con sus respectivas tuercas y arandelas de seguridad.

Después de haber hecho la sujeción con los tornillos, confirme que el ensamblaje encuadre bien y si es así proceda a fijar los tornillos y tuercas.

COLOCACION DE LA CAJA MAESTRA DE EMPALME

Unir la caja opcional de empalme de la red, al riel lateral que se encuentre más cercano a las cajas de empalme de los módulos.

INSTALACION DE LAS INTERCONEXIONES DE LOS MODULOS

Efectuar las conexiones entre los módulos de la manera indicada en los diagramas que apliquen al voltaje de su sistema. (estos diagramas serán proporcionados por el proveedor)

COLOCACION DE LAS PATAS Y COLUMNAS DE APOYO

Fijar una pata de montaje al extremo inferior de cada riel con tornillos y sus respectivas tuercas y rondanas. Sujetar manualmente con el tornillo, fijar una pata a cada uno de los pernos traseros de la cimentación. Fijar una columna de apoyo al extremo superior de cada riel lateral utilizando el agujero que corresponda al ángulo de inclinación deseado.

FIJACION DE LOS RIELES DE MONTAJE A LA CIMENTACION

Colocar los módulos boca arriba sobre la cimentación y fijar las patas a la parte delantera de la cimentación con tuercas, rondanas planas y arandelas de seguridad.

Levantar la parte superior del armazón y fijar la base de cada columna a la pata trasera de montaje respectiva, con tornillos, tuerca y rondana.

CABLEADO DE LOS MODULOS SOLARES

Los módulos fotovoltaicos cuentan con una caja de empalme para facilitar su cableado. Cada caja tiene dos terminales positivos, dos terminales negativos y dos agujeros roscados que no están conectados electricamente al módulo pero son útiles al hacer las interconexiones en serie para un sistema de 24 voltios. Debe instalarse un diodo de paso si se conectan en serie dos o más módulos, como es el caso en los sistemas de cuando menos 24 voltios. La figura No. 1 muestra las interconexiones dentro de una caja de empalme.

CABLEADO PARA SISTEMA DE 12 VOLTIOS

Todos los módulos solares se conectarán en paralelo, o sea, los terminales positivos se conectarán con los positivos y los negativos con los negativos. Las figuras No. 2 y 3 muestran los detalles del cableado para la conexión en paralelo de 2 y 4 módulos solares, respectivamente.

CABLEADO PARA SISTEMAS DE 24 VOLTIOS

Las figuras No. 4 y 5 muestran el cableado en arreglo paralelo-serie para obtener 24 voltios a partir de módulos de 12 voltios.

FIGURA No. 1: CONEXIONES DENTRO DE UNA CAJA DE EMPALME

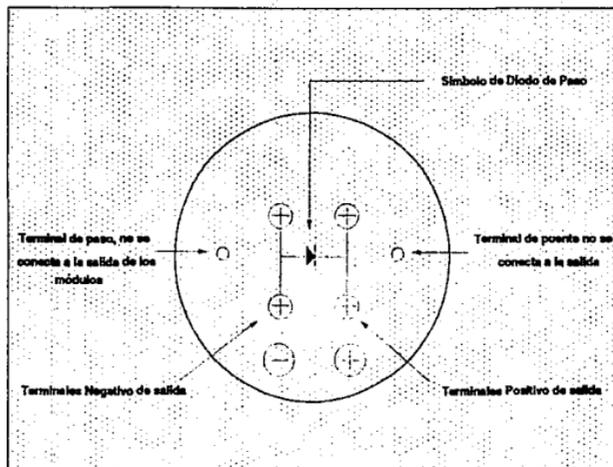


FIGURA No. 2: CABLEADO EN PARALELO PARA OBTENER 12 VOLTS DE 2 MODULOS

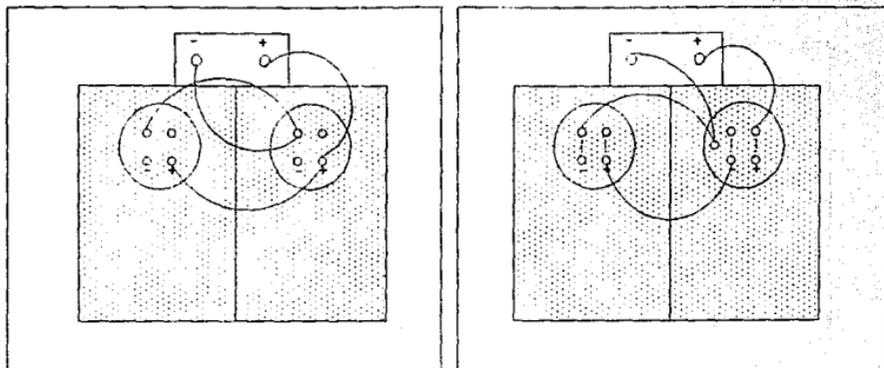


FIGURA No 4: CABLEADO EN SERIE PARA OBTENER 24 VOLTS DE 2 MODULOS DE 12 VOLTS C/U

FIGURA No. 3: CABLEADO EN PARALELO PARA OBTENER 12 VOLTS DE 4 MODULOS

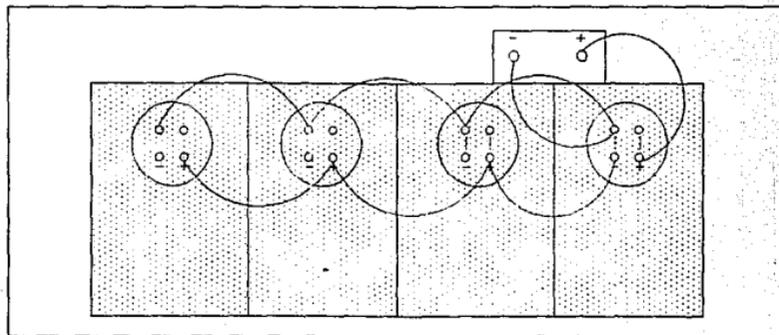
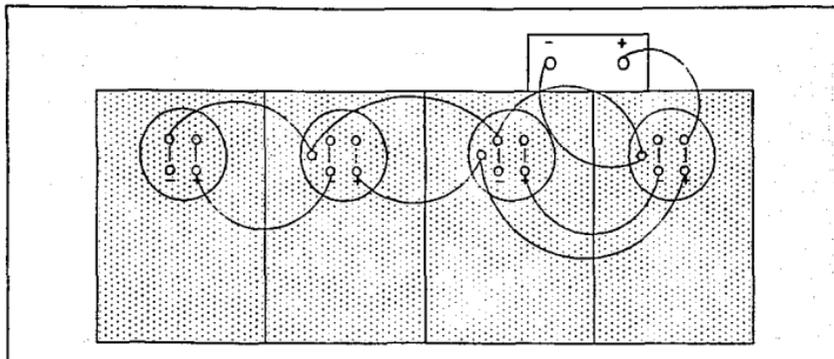


FIGURA No. 5: CABLEADO EN SERIE-PARALELO PARA OBTENER 24 VOLTS DE 4 MODULOS DE 12 VOLTS C/U



INSTALACION DE LOS ACUMULADORES

La instalación de acumuladores requiere de gran cuidado para evitar daños materiales y humanos. Por lo general están llenos de electrolito de ácido sulfúrico, el cual puede producir en caso de accidente quemaduras en la piel, ojos y daños severos. Para una mejor operación de estos equipos es prudente que se mantengan los acumuladores en posición vertical; en lo que respecta al arreglo, dependiendo de las necesidades en planta o las propias de tensión o de capacidad el arreglo podrá variar, es decir:

Los acumuladores se conectan en serie para incrementar la tensión o bien en paralelo para incrementar su capacidad en ampers-hora. En sistemas grandes, es común la combinación de conexiones en serie y en paralelo para lograr la tensión y capacidad apropiadas. Las figuras No. 6 y 7 muestran las combinaciones comunmente utilizadas.

Durante la instalación de los acumuladores o interconexión de los mismos y para fines de protección se deberán aislar las terminales del acumulador con un producto anticorrosivo, por ejemplo grasa de petróleo o alguna cinta aislante.

Como medida de precaución la conexión positiva del acumulador debe pasar directamente a un fusible que tenga un amperaje no mayor que el del alambre más delgado que haya entre el acumulador y cualquier otro tablero de fusibles.

FIGURA No. 6: CABLEADO DE ACUMULADORES DE 12 VOLTIOS

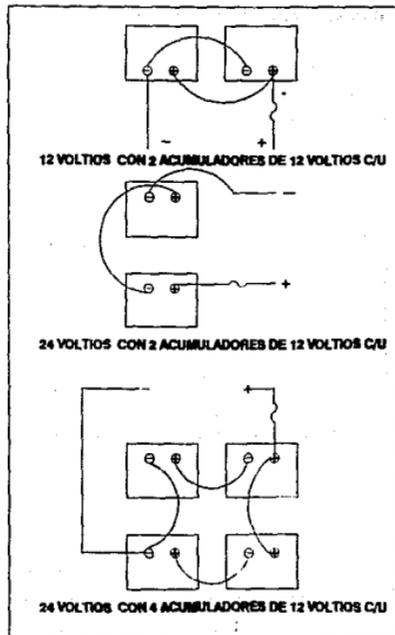
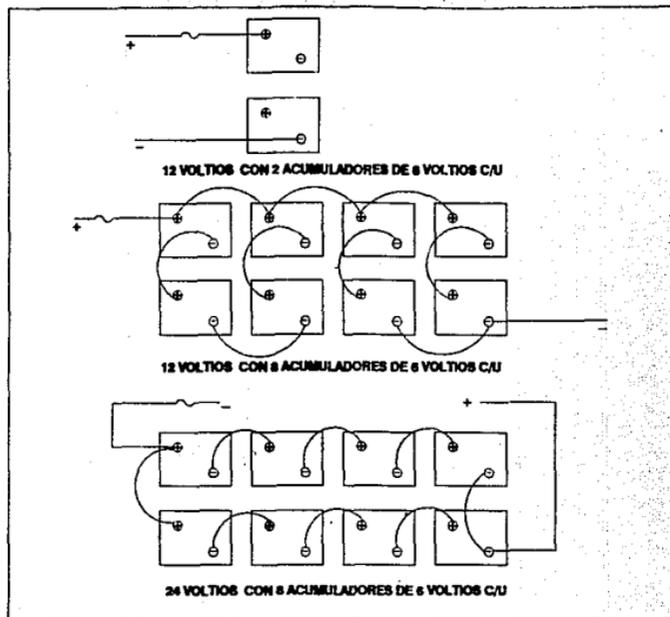


FIGURA No. 7: CABLEADO DE ACUMULADORES DE 6 VOLTIOS



Para auxiliar y evitar esto se presenta la tabla No.4, la cual define en función del amperaje el calibre de alambre a usarse.

Además esta tabla es útil para determinar la distancia máxima que puede haber entre un aparato y la fuente de energía de 12 voltios al estar conectados por un alambre de cobre de 2 conductores. Para el cableado de un inversor deberá usarse alambre del siguiente calibre mayor.

En el caso de sistemas de 24 voltios, se puede recorrer el doble de la distancia indicada en la tabla No. 4 sin sufrir una disminución de tensión considerable. Con cableado de 120 voltios la distancia puede ser 10 veces mayor con la misma caída de tensión.

Lo que podría preguntarse cualquier persona que fuera a considerar el uso de un sistema fotovoltaico es Cuánto me durará tal sistema?. La mayoría de los módulos fotovoltaicos están garantizados según fabricantes para operar al menos 10 años sin problemas, pero están fabricados para operar a lo más 20 años. En lo que respecta al sistema de almacenamiento de energía se sabe que los acumuladores tienen una vida más corta generalmente de 5 a 10 años. En lo que respecta a los inversores electrónicos esto se espera que tengan una vida útil de al menos 10 años, debido a que requerirán reparaciones periódicas, lo cual representará un costo anual promedio del 3 al 4% de su costo inicial.

TABLA No. 4: LONGITUD MAXIMA (m) DE UN ALAMBRE

AMP	Calibre del alambre						
	12	10	8	6	4	2	0
2	86	130	220	380	680	800	1800
5	35	56	90	114	225	362	600
10	18	29	45	57	112	181	300
15	11	18	30	47	75	120	200
20	8	13	22	36	56	90	150
25		11	17	29	45	72	120
30			15	25	37	60	100
50				15	22	36	60
100					11	18	30

Use esta figura para determinar la distancia máxima que puede haber entre un aparato y la fuente de energía de 12 voltios al estar conectados por un alambre de cobre de dos conductores. Para el cableado de un inversor, utilice alambre del siguiente calibre mayor. Para el cableado de sistemas de 24 voltios use el doble de la distancia.

ENERGIA EOLICA

Lo que se refiere a la generación de energía eléctrica por medio del viento, será definido por secciones como sigue:

A.- Generalidades

B.- Operación y Dispositivos de generación eólica

A.- GENERALIDADES

CAPACIDAD DE LAS INSTALACIONES A NIVEL MUNDIAL

En lo que se refiere a la capacidad de las plantas Aero-generadoras se sabe que las de menor capacidad representan menor problema operacional debido a que se abaten esfuerzos creados durante la misma, pero se tiene la desventaja de que muchas veces la velocidad es tan fuerte que hace que se actúen los sensores por alta velocidad, con lo cual, el sistema queda inerte; su uso sólo se da para lugares en los cuales, no se dispone de energía eléctrica convencional y en los que como única fuente de energía se tiene la fuerza del viento. En cambio, el empleo de instalaciones de gran tamaño, plantea un problema importante, el hecho de que el número de revoluciones por minuto del eje de la hélice es reducido, aún después de haber hecho las previsiones necesarias durante el diseño.

En Inglaterra se sabe se han construido dos centrales con capacidad de 1000 Kw cada una, sin embargo los resultados operacionales aún no se han hecho públicos debido a que fueron con fines de experimentación (prototipos).

Respecto a las plantas pequeñas y medianas (1-80 Kw) destinadas a producir corriente eléctrica, el problema más importante es perfeccionar la regulación automática, simplificando la parte eléctrica de la instalación sin eliminar o sacrificar su regularidad y además unificando sus partes componentes con el fin de reducir su costo de instalación.

En la práctica real, el factor determinante del costo de energía eléctrica producida por la fuerza del viento, es el capital invertido en la instalación, por lo cual, es de máxima importancia, que la producción total de energía sea lo más elevada posible en relación al capital inicial.

De 1900-1910 se establecieron en Dinamarca varios centenares de instalaciones de aprovechamiento de la energía eólica de 3-30 Kw, que suministraban corriente continua a las grandes aldeas y poblaciones.

En el empleo de pequeñas plantas, existe mucha experiencia a nivel mundial algunos países usan estos sistemas de baja capacidad, entre los cuales encontramos los siguientes:

Estados Unidos de Norteamérica, Dinamarca, Inglaterra, Australia, México, etc.

FACTORES QUE CONTRIBUYEN A LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA

La cantidad que pueda ser generada depende de cuatro aspectos que determinan la correcta operación del sistema, los cuales son los siguientes:

1. Cantidad del viento (velocidad del mismo)
2. Diámetro del propulsor
3. Tamaño del Generador
4. Eficiencia del sistema

Todos estos factores guardan entre si alguna relación ya sea operacional o de diseño.

B.- OPERACION Y DISPOSITIVOS DE GENERACION EOLICA

OPERACION TIPICA DE UN AERO-GENERADOR

La operación de este tipo de máquinas energéticas es sencilla y se describe a continuación:

Primeramente, el viento a una velocidad mayor o igual a 2.77 m/s hace girar el propulsor de tres hojas (helice). El ángulo del propulsor varía conforme aumenta su velocidad debido a que está regulado por resortes de gran presión.

La hélice o rotor a su vez hace girar un alternador en la cámara, con lo cual, indirectamente se está produciendo la energía eléctrica. Después una unidad de control electrónico rectifica y regula la generación de la electricidad que alimenta al sistema de energía que se está usando o que se almacena en baterías.

Como medida de protección y seguridad la cola contiene varios amortiguadores de madera, los cuales se desploman paralelamente al propulsor o hélice, con lo cual, se detiene su rotación. Esto sucede si la velocidad del viento excede el límite de resistencia del generador.

Esta unidad que describimos es capaz de producir 1000 watts con un voltaje nominal de 12 voltios.

Todo el exceso, por sobre la demanda de energía es acumulada en baterías para ser utilizada cuando no hay viento.

Virtualmente toda la energía eléctrica es producida por rotación de generadores eléctricos, los cuales producen electricidad por rotación de sus magnetos, colocados uno frente a otro. En general todas las formas de producir electricidad tienen el mismo principio, un generador rotando, accionado por una fuente externa de energía.

El generador accionado por la fuerza del viento no es la excepción, el generador aquí es accionado por una hélice, la cual, se ve obligada a girar cuando la fuerza del viento actúa sobre ella.

En la figura No. 8 se muestra un sistema típico de arreglos de control, los cuales son hechos para un aerogenerador de tamaño medio, provisto de dos hojas y del cual, se muestran sus partes constituyentes.

Dentro del campo de la Ingeniería Química, la generación de electricidad a partir del viento, resulta ser un tema de gran importancia, ya que se presentan varios fenómenos de transferencia de energía en varias de sus formas:

Energía Eólica ----- Energía Mecánica
Energía Química ----- Energía Eléctrica

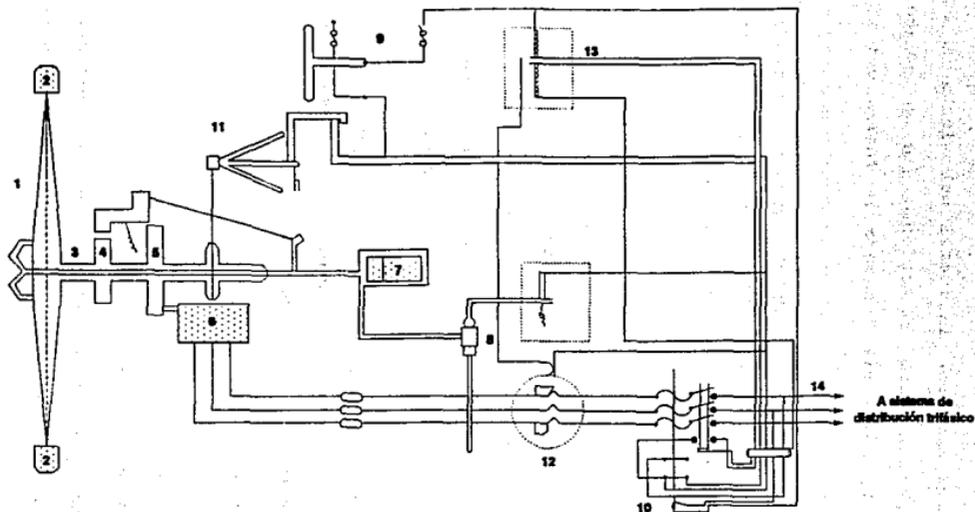
COMPONENTES DE UN SISTEMA DE GENERACION EOLICA

De manera muy general una unidad aero-generadora está constituida por los siguientes dispositivos:

1. Un propulsor o hélice
2. Planta generadora
3. Sistema de Almacenamiento
4. Sistema de conversión de energía

A continuación se explican cada una de estos dispositivos, dando sus funcionamientos principales, así como sus variables de diseño.

FIGURA No. 8: ESQUEMA TIPICO DE UN AERO-GENERADOR



- 1.- Propulsor
- 2.- Abrete de Frenado
- 3.- Eje del Rotor
- 4.- Freno Mecánico
- 5.- Engrases
- 6.- Generador
- 7.- Cilindro de Presión de Aire

- 8.- Válvula Reguladora
- 9.- Switch de Presión de Viento
- 10.- Switch del Generador
- 11.- Regulador Centrifugo
- 12.- Relays de Corriente
- 13.- Switch de Corriente
- 14.- A linea de Corriente

A sistema de distribución trifásico

PROPULSORES

De manera general y simple, el propulsor de una unidad Aero-generadora, consiste de un número de hojas dispuestas radialmente alrededor de una flecha a la cual están unidas, usualmente van colocadas paralelas a la dirección del viento, de forma que ellas rotan en un plano aproximadamente normal a esta dirección.

La flecha o rotor siempre va colocada en la parte superior de una estructura soporte de considerable altura.

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

La capacidad de almacenamiento de energía es parte fundamental e importante en el éxito del sistema eléctrico del Aero-generador.

Ciertamente la velocidad del viento, siempre esta cambiando y realmente es la única razón por la cual, la potencia del viento no es usada frecuentemente. La respuesta a estas cuestiones radica en obtener la potencia y almacenarla para cuando senecesite. En teoría hay muchas formas de lograrlo y actualmente muchas personas están trabajando sobre problemas de almacenamiento de energía, debido a que estan conscientes de que el problema real de estos sistemas es el almacenamiento de energía producida.

Cuando se implementan Aero-generadores, los acumuladores más usados debido a su operabilidad son los de plomo (batería ácida), la cual, además es económica comparada con muchas otras baterías.

Además de que se puede predecir como actúa bajo diferentes condiciones de trabajo, y su tiempo de vida útil.

Las baterías de almacenamiento, utilizadas en sistemas de viento, son similares a las baterías ordinarias de automóvil, sólo que ellas tienen placas de plomo más delgadas; esto significa que van de estados totalmente cargados a totalmente descargados una y otra vez sin dañarse.

Las baterías construidas para este propósito se llaman "estacionarias" y vienen en tamaños desde 10 Ampers-hora a 800 Ampers-hora.

Los tamaños pequeños, usualmente tienen 3 celdas, son baterías de 6 voltios.

El número de celdas determina el voltaje, pero la capacidad de almacenamiento está determinada por el tamaño de la batería y por el número de placas en cada celda.

Una unidad de potencia común, equipada con una batería de capacidad de almacenamiento normal, puede proveer de energía eléctrica a una casa, por al menos 3 días.

Las baterías alcalinas de níquel y fierro son más costosas que las del tipo ácido y presentan la desventaja de tener una resistencia interna alta, además de ser más pesadas y son más vulnerables en caso de una operación irregular.

La capacidad de la batería instalada es función directa de la capacidad del generador, de su voltaje, así como del número de horas sin uso de energía, durante las cuales deben recargarse las baterías.

El voltaje del generador es de 6-12 volts para unidades de 500 watts de capacidad y de 24, 32 ó 110 volts para grandes generadores. La capacidad de la batería puede estar entre 130-450 Ampers-hora.

Las hojas del rotor están modeladas a seguir uno de los diseños convencionales cuyas características aerodinámicas son conocidas, su construcción es de diversos materiales, pueden variar en número desde 2 hasta 12 y pueden ser discontinuas o del mismo ancho, también pueden estar en un mismo plano o rotadas.

Su inclinación puede ser fija o variable; pueden estar montadas de manera fija o bien flexibles, de modo que les permita relevar esfuerzos por cambios rápidos de velocidad. El material usado para estas hojas o aspas debe ser fuerte y ligero y no debe estar sujeto a deterioros serios por condiciones climáticas severas.

La madera es usada para las hojas en rotores pequeños, los materiales plásticos se usan también pero no en grandes propulsores.

Para rotores grandes se utilizan aceros inoxidables o aleaciones de aluminio y hoy en día en la actualidad se usa fibra de vidrio.

La eficiencia de la unidad dependerá en gran parte del tipo de propulsor que se use, casi todos los diseños modernos llevan de 2 a 3 hojas; estos eficientes propulsores operan a relaciones muy altas de velocidad máxima del propulsor a la velocidad del viento. De manera ideal, el propulsor tipo para Aero-generador debería mostrar características similares a los diseños de hojas para propulsores de helicópteros, sin embargo cabe aclarar que ellos están diseñados para mover aire y en el caso de hojas para Aero-generador, estas serán accionadas por el viento.

Los propulsores con 2 hojas son más económicos, sin embargo presentan dificultades en cuanto a tener problemas de vibración y de orientación.

Estas dificultades desaparecen para 3 hojas, ya que operan más fácilmente y permiten un diseño más elemental para el resto de la máquina.

La orientación usualmente se lleva a cabo por medio de una veleta o por dispositivos automáticos.

CAPITULO VI

ANTEPROYECTO ENERGETICO

Una vez definidas en el capítulo anterior las variables que afectan a los sistemas de generación de energía eléctrica, eólico-solar y lo que refiere a su almacenamiento y utilización; en este capítulo se mostrará de manera sencilla la secuencia de cálculo así como un estimado económico tanto para la generación de energía eléctrica por medio del sol, como por medio del viento. Esta descripción sera hecha por secciones como sigue:

Sección I: Energía Solar

Sección II: Energía Eólica

Sección III: Comparación técnica y aspectos técnicos

I.- ENERGIA SOLAR

A continuación se describe la secuencia de cálculo para la planta de generación de tipo solar, se realiza el diseño y el estimado económico para la planta de detergentes, la cual está constituida de los siguientes aspectos:

I.- Etapas de Diseño

II.- Cálculo de la unidad Solar

III.- Estimado Económico

A continuación se describen de manera completa los aspectos y etapas antes mencionados:

I.- Etapa de Diseño

DETERMINACION DE LOS AMPERIOS-HORA CONSUMIDOS DIARIAMENTE POR APARATOS DE CORRIENTE ALTERNA Y CONTINUA

I. Cálculo de las cargas de corriente alterna.

Apuntar y listar cada aparato de corriente alterna, con su potencia en watts y la cantidad de horas que se usará a la semana (hr/semana). Posteriormente, multiplicar los vatios (watts) por las horas por semana para determinar los watts*hr/semana. Después obtener la suma total demandada por la Planta, la cual será suministrada por los módulos fotovoltaicos.

II. Multiplicar el resultado anterior por 1.15 para compensar las pérdidas ocasionadas por el inversor. Esta cifra representa los watts-hora efectivos de corriente continua por semana.

III. Definir la tensión continua de entrada, por lo general 12 ó 24 voltios. Esta cifra representa la tensión continua del sistema.

IV. Dividir el punto III entre el punto II. Esta cantidad representa el total de ampers-hora/semana usados en los aparatos de corriente alterna.

DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA RED FOTOVOLTAICA

Efectuar punto a punto la siguiente secuencia para calcular el número de módulos solares que seran necesarios para el sistema o instalación.

I. Determinación del total de ampers-hora/día a partir de la determinación de cargas de la red.

II. Multiplicar el punto I por 1.2 para compensar las pérdidas al cargar y descargar los acumuladores.

III. Determinación a partir de tabla número 1 de la cantidad promedio de horas de sol por día.

IV. Dividir el punto II entre el punto III. Esta cifra representa el total de ampers que la red tendrá que producir.

V. Determinar el amperaje máximo del módulo solar (por ejemplo, el amperaje máximo del módulo de 48 vatios o watts es de 2.9).

VI. Determinar el número de módulos en paralelo que se necesitan a partir de dividir el punto IV entre el punto V.

VII. Redondear el número de módulos a números enteros.

DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA BATERIA DE LOS ACUMULADORES

Use esta secuencia para calcular el número y tamaño de los acumuladores que requerirá su sistema.

I. Total de amper-hora/día (a partir de la determinación de carga de la red).

II. Determinación del número máximo de días nublados consecutivos que puedan presentarse (entre 5 y 10 días en la mayor parte de los lugares del mundo. (A partir de la tabla No.1)

III. Multiplicar el punto I por el punto II.

IV. Dividir el punto III entre 0.8 con la finalidad de dejar una reserva del 20% después de un periodo de descarga intenso. Si su sistema no presenta las condiciones indicadas a continuación vaya a punto número XI.

V. Condición especial número 1: consumo intenso de corriente. Amperaje máximo que consumirán los aparatos conectados a la red durante el lapso de 10 minutos o mas.

VI. Régimen de descarga de los acumuladores. Si es desconocido este dato consulte al proveedor o fabricante.

VII. Multiplique el punto V por el punto VI.

VIII. Condición especial número 2: generador Amperaje máximo de salida de la red fotovoltaica o del cargador de acumuladores alimentado por un generador.

IX. En función del promedio de temperatura ambiente de los acumuladores durante el invierno, estimar un factor de corrección a partir de la siguiente tabla:

TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	FACTOR DE CORRECCION
27	1.00
21	1.04
16	1.11
10	1.19
4	1.30
-1	1.40
-7	1.59

X. Multiplicar el punto VIII por el punto X.

XI. Amperios-horas básicas (punto IV). En caso de condiciones especiales, usar el mayor de los resultados arrojados por el punto IV, VII o IX.

XII. Multiplicar el punto XI por el X. Esta cifra representa el tamaño óptimo del acumulador.

XIII. Ampers-horas del acumulador (típicamente 100 ampers-hora para un acumulador de 12 voltios)

XIV. Dividir el punto XII entre el punto XIII. Esta cifra representa el número de acumuladores conectados en paralelo que se requerirán.

XV. Redondear el número completo al inmediato entero superior.

XVI. Dividir la tensión del sistema entre la tensión del acumulador.

XVII. Multiplicar el punto XV por el punto XVI. Esta cifra representa el número total de acumuladores que se necesitarán.

II.- Cálculo de la unidad Solar

El presente diseño es realizado considerando para fines prácticos sólo una potencia de 1 HP = 0.746 Kw. Después se escalará para potencias mayores. Es efectuado siguiendo paso a paso las recomendaciones y secuencias dadas anteriormente.

DETERMINACION DE LAS CARGAS DE LA RED SOLAR

I. Cálculo de las cargas de corriente alterna (C. A.)

APARATO	WATTS (VATIOS)	HR/SEMANA	WATT HR/ SEMANA
Bomba	746	7	5222

II. Multiplicar el resultado anterior por 1.15 para compensar las pérdidas ocasionadas por el inversor. Esta cifra representa los watts-hr efectivos de corriente continua por semana.

$$\frac{\text{WATTS-HR C.C.}}{\text{SEMANA}} = 5222 \times 1.15 = 6005.3$$

III. Definir la tensión continua de entrada, es común dar 12 ó 24 V. Esta cifra representa la tensión continua del sistema.

Se selecciona 12 V.

IV. Dividir el punto II entre el III. Esta cifra representa el total de amper-hr. por semana por los aparatos de corriente alterna.

$$\frac{\text{AMP-HR C.A.}}{\text{SEMANA}} = \frac{6005.3}{12 \text{ V}} = 500.44167$$

DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA RED SOLAR (*)

I. Total de Amper-hr (línea 4 de "Determinación de las Cargas de la Red")
dia

$$\frac{500.44167 \text{ AMP-HR C.A.}}{\text{SEMANA}} \times \frac{1 \text{ SEMANA}}{7 \text{ DIAS}} = 71.4916$$

II. Multiplicar el punto I por 1.20 para compensar las pérdidas al cargar y descargar los acumuladores.

$$\frac{71.4916 \text{ AMP-HR}}{\text{DIA}} \times 1.20 = \frac{85.79 \text{ AMP-HR}}{\text{DIA}}$$

III. Determinar las horas de sol por día, de la (tabla No. 1)

Se lee 5.86 como promedio

IV. Dividir el punto II entre el III. Esta cifra representa el total de amperios que la red tendrá que producir.

$$\frac{85.79}{5.86} = 14.6399 \text{ AMPERS TOTALES}$$

V. Amperaje máximo del módulo solar.

La selección de este dato depende de la celda solar seleccionada, como se seleccionó una celda de 51 watts de potencia, esta tiene las siguiente características:

Voltaje Optimo : 16.9

Potencia Máxima: 51.0 watts

Por lo tanto : Amperaje Máximo $\frac{51.0 \text{ Watts}}{16.9 \text{ Volts}} = 3.0177$

VI. Dividir el punto IV entre el V. Esta cifra representa el número de módulos en paralelo que se necesitan.

No. de módulos necesarios: $\frac{14.6399}{3.0177} = 4.8513$

VII. Redondeado a números enteros se requieren 5 módulos solares (**)

NOTAS:

* Asumiendo un 85% de eficiencia real por motor, los requerimientos siguiendo esta secuencia son de 6 celdas solares con arreglo en paralelo.

Estos resultados son resumidos como sigue:

EFICIENCIA POR MOTOR	NUN. DE CELDAS NECESARIAS	NUN. DE CELDAS REALES
100%	4.8513	6.0
85%	5.7074	6.0

** Estos requerimientos son para una eficiencia por motor de 100% pero en la realidad se alcanzan eficiencias del 80-90%

DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA BATERIA DE ACUMULADORES

- I. Total de Ampers-horas día (punto IV "Determinación de Cargas de la Red")

$$\frac{500.44167 \text{ Amp-hr C.A.} \times 1 \text{ Semana}}{\text{semana} \quad 7 \text{ días}} = 71.4916$$

- II. Máximo número de días nublados consecutivos que puedan presentarse (entre 5 y 10 días en la mayor parte de los lugares)

Se seleccionaron : 7 días

- III. Multiplique la el punto I por el II.

$$71.4916 \times 7 = 500.4412$$

- IV. Dividir el punto III entre 0.8 con tal de dejar una reserva del 20% después de un periodo de descarga intensiva.

$$\frac{500.4412}{0.8} = 625.5515 \text{ Ampers-hora-básicos}$$

Si el sistema no presenta las condiciones especiales indicadas en la secuencia dada anteriormente, no realizar los puntos V, VI, VII, VIII, IX, X e ir directamente al punto XI.

- XI. Ampers-hora básicos (línea IV)

$$625.5515 \text{ Ampers-hora}$$

XII. Multiplicar la línea XI por la X (Considernado un factor de conección por temperatura de 1.0. Este factor se obtuvo del punto X y asumiendo la máxima temperatura). Esta cifra representa el tamaño óptimo del acumulador.

$$625.5515 \times 1.0 = 625.5515 \text{ Ampers-hora}$$

XIII. Seleccionar acumuladores de capacidad = 200 Ampers-hora y 12 V de catálogos de fabricante.

XIV. Dividir el punto XII entre el XIII. Esta cifra representa el número de acumuladores conectados en paralelo que se requerirán.

$$\frac{625.5515 \text{ Amp-hr}}{200 \text{ amp-hr/acumulador}} = 3.12 \text{ (Condición ideal)}$$

XV. Redondeando al número entero se tiene:

$$3.12 = 3.0 \text{ acumuladores}$$

Pero como en realidad la energía generada realmente es de 588 Amp-hr C.A./semana y no 500.44167 Amp-hr C.A./semana. El número de acumuladores va a ser ligeramente mayor, tal como se muestra en la siguiente tabla. Esto es debido a las notas (*) y (**)

EFICIENCIA POR MOTOR	AMPERS-HR DIA	ACUMULADORES NECESARIOS	ACUMULADORES REALES
100%	71.4916	3.12	3.0
85%	84.10784	3.67	4.0

RESUMEN DE REQUERIMIENTOS DE EQUIPO

Se necesitan:

- A) 6 celdas solares de 51 watts.
- B) 4 acumuladores de 200 ampers-hora a 12 V

Adicionalmente requerimos

- A) 1 inversor de corriente de 12/17
- B) 1 controlador de carga 12 V, 30 A

Este equipo es independiente de la potencia demandada por usted, ya que para potencias nominales de 1HP, 1/2 HP, 1/4 HP, se requiere equipo del mismo tamaño.

III.- Estimado Económico (1)(3)(4)

Se efectuará el presente para una potencia de 30 HP requerida básicamente para bombeo. Este estimado se efectúa en base a los requerimientos de equipo para una potencia de 1 HP, y posteriormente se escalará.

- A) 6 celdas solares de 51 watts.
- B) 4 acumuladores de 200 A-H, 12 V.
- C) 1 inversor de corriente 12/17 (2)
- D) 1 controlador de carga 12 V, 30 A (2)

COSTO DE UNIDADES SIMPLES

EQUIPO	COSTO (DLLS)
Celda solar 51 Watts	400
Acumulador 200 A-H 12 V	180

Para una potencia de 30 HP requerimos:

No. de celdas solares: 6 celdas/HP x 30 HP = 180

No. de acumuladores : 4 acumuladores/HP x 30 HP = 120

COSTO TOTAL DE EQUIPO PRINCIPAL

EQUIPO	COSTO UNITARIO (DLLS)	CANTIDAD REQUERIDA	COSTO TOTAL (DLLS)
Acumulador 200 A-H 12 V	180	120	21600
Celda solar 51 watts	400	180	72000
Inversor-controlador para los 30 HP	-----	60,000	1
SUBTOTAL			153600

Adicionalmente hay que contemplar gastos de colocación , instalación y montaje; para los cuales, se estima dar entre un 5-10 % del costo total de la inversión. En el presente se considero un 5 % de este valor. Por lo tanto:

Costos de instalación, montaje y colocación:

$$0.05 \times 153600 = 7680 \text{ Dlls.}$$

Por lo que la inversión total es de 161,280 Dlls.

Notas:

- (1) Este estimado contempla solo equipos mayores
- (2) Estos equipos son cubiertos con un inversor-controlador para toda la potencia demandada de 30 HP. El costo de esta unidad es de 60,000 DLLS.
- (3) Con esta capacidad de 30 HP, se cubre la operación y demanda normal del equipo de bombeo, y se tiene una reserva de energía eléctrica del 19.21 %, para cualquier eventualidad.
- (4) Estos valores fueron proporcionados por la compañía "HELIOTECNICA", la cual, es el distribuidor en México de estos sistemas.

II.- EOLICA

A continuación se describe la secuencia de cálculo, el diseño y el almacenamiento de la energía producida, así como el estimado económico de esta unidad, la cual, abastecera de energía eléctrica a la planta de detergentes sujeta a evaluación. Para tal finalidad se detallará esta bajo el siguiente orden:

I.- Secuencia de Cálculo y estimado de la unidad eólica

II.- Almacenamiento de la energía producida

III.- Estimado económico

A continuación se describen de forma completa los puntos mencionados como sigue:

I.- Secuencia de Cálculo y estimado de la unidad eólica

Para la definición del sistema eólico, se tomo como base una planta prototipo de 1.5 Kwatts (2.0 HP). La secuencia de cálculo se muestra a continuación:

Se define la capacidad del generador por unidad de area como sigue:

$$e = (Qf)/(8760q) \text{ ----- (1)}$$

La capacidad del generador bajo estas bases es:

$$E = (3.1416D^2e)/4 \text{ ----- (2)}$$

Se supuso un brazo máximo de 120 cm = 1200 mm

Ademas se debe contemplar que:

$$E = 11.5 zn \text{ ----- (3)}$$

Ademas se sabe que la velocidad circunferencial de la flecha se define como :

$$R = bK \text{ ----- (4)}$$

Adicionalmente se sabe que:

$$R = 3.1416(nD)/60 \text{ ----- (5)}$$

Combinando la ecuación (4) y (5) y definiendo para n se tiene:

$$n = bK60/(3.1416D) \text{ ----- (6)}$$

Rearreglando la ecuación (3) con la (6) se tiene:

$$E/(11.5z) = (19.098bK)/D \text{ ---- (7)}$$

Sustituyendo la ecuación (2) en la ecuación (7) se tiene:

$$3.1416D^2 e/(46z) = (19.098bK)/D \text{ ----- (8)}$$

Sustituyendo (1) en (8) se tiene:

$$3.1416D^2 Qf/[(46z)(8760q)] = (19.098bK)/D \text{ ---- (9)}$$

Desarrollando (9) para encontrar el diametro del propulsor se tiene:

$$D = [2449627(bzqK)/Qf]^{0.333} \text{ ----- (10)}$$

Rearreglando se tiene:

$$D = 134.80(bzqK/Qf)^{0.333} \text{ ----- (11)}$$

Donde:

Q = Capacidad del generador por unidad de area,
Kw-hr/m²año

R = Velocidad circunferencial de la flecha , m/seg.

D = Diametro del propulsor en m.

E = Capacidad del generador en Kw.

K = Velocidad del viento en m/s

q = Factor de utilización dado en 0.172

f = Cte para una relación de velocidades de 5.0 dada en
0.266

z = Cte dada en 0.009 para el sistema

e = Capacidad del generador por unidad de area,
Kw/m².

b = Relación de velocidades cte. dada en 5.0

n = Velocidad de la flecha en rpm.

Cte = 8760 hr/año.

Sustituyendo valores en la ecuación (11), se tiene:

$$D = 134.80[(5.0)(0.0009)(0.172)(4.2)/(1200)(0.266)]^{0.333} =$$

$$D = 2.92 \text{ m.}$$

Calculando la capacidad del generador por unidad de área, usando la ecuación (1), se tiene:

$$e = (0.266)(1200)/(8760)(0.172) = 0.211 \text{ Kw/m}^2$$

Evaluando la capacidad de este generador bajo estas bases se tiene, mediante la ecuación (2):

$$E = 3.1416(2.92)^2(0.211)/4 = 1.4148 \text{ Kw.}$$

Así mismo podemos evaluar, las revoluciones por minuto de la flecha, usando la ecuación

$$n = [(5.0)(4.2)(19.098)/(2.92)] = 137.35 \text{ rpm.}$$

La producción anual de la planta es como sigue:

$$P = 8760(0.172)(1.4148) = 2131.70 \text{ Kw-hr/año}$$

En forma preliminar podría decirse que esta energía puede abastecer los siguientes servicios domésticos:

Servicio Doméstico	Potencia (Kw)	Corriente a 115 V	Tiempo por mes (hrs)	Consumo (Kw-hr/mes)
5 focos 75 w	0.375	5.20	120	45.00
Bomba de H ₂ O	0.420	3.60	30	12.60
Refrigerador	0.326	2.80	290	94.54
Estereo	0.050	0.40	50	2.50
Plancha	1.088	9.50	11	11.96
Total				166.60

Lo anterior quiere decir que anualmente el consumo esperado es de:

$$C \text{ anual} = 12(166.60) = 1999.20 \text{ Kw-hr/año.}$$

La altura de estas unidades se estima como una función de la velocidad del viento, esto según catalogos de fabricantes.

Por lo anterior para una velocidad del viento de 4.2 m/seg, se tiene una altura para estas unidades de 20 m.

Las especificaciones finales para nuestra planta eólica son las siguientes:

Se utilizará un propulsor con eje horizontal, en el cual, la flecha irá conectada a un sistema de transmisión y esté a su vez al generador. Ambas partes colocadas en la cima de la Torre de soporte de 20 m. de altura.

Se seleccionó de material acero galvanizado y su diseño reportado de 20 m. es dado considerando el esfuerzo axial producido por el viento, y tomando en cuenta el peso por soportar.

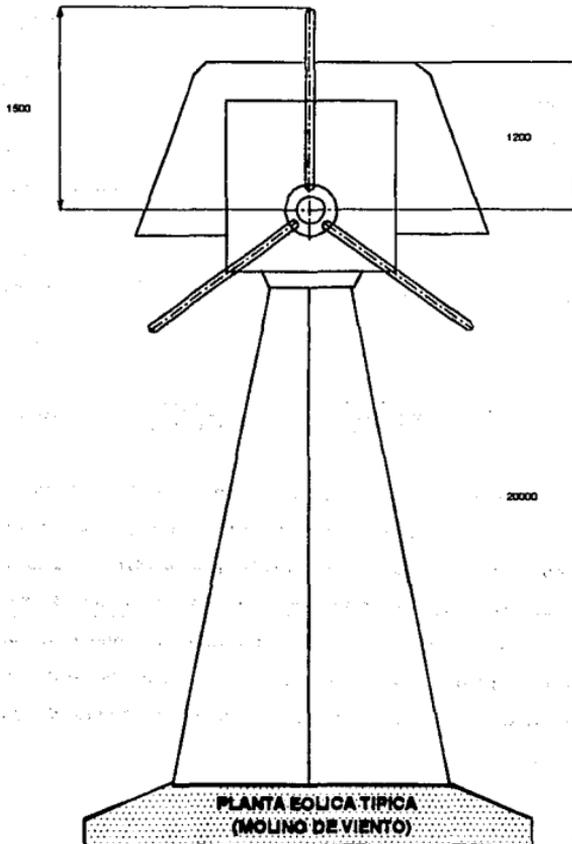
El diámetro encontrado, es el del propulsor (3.0 m), está hace preveer entonces que cada hoja del molino tendrá una longitud de 1.50 m. Los diseños más comunes son de 3 aspas o paletas u hojas, con lo cual, según fabricantes se aprovecha más la energía del viento. El espaciamiento entre las hojas es fijo y no llevan control de velocidad, ya que solo se prevee para cuando la velocidad del viento excede los 10 m/seg.

Por otra parte en caso de falta o exceso de aire, el molino de viento tendrá como protección un control automático que le permitiera parar o arrancar el sistema.

El material usado para las hojas debe de ser del más ligero, se seleccionó fibra de vidrio, con ello no tendremos problemas de corrosión y además es resistente.

Se fija una relación máxima de velocidades de 5.0, considerando una velocidad del viento promedio de 4.2 m/seg.

ESQUEMA TÍPICO DE UNA UNIDAD EOLICA



La altura se define por la velocidad del viento

Asociación en mm.

II.- Almacenamiento de la energía producida

ESTIMADO DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO : BATERIAS

El tamaño de las baterías se da en función de la energía total que se va a tener almacenada. Para nuestro estimado por planta se tiene que:

Si se tiene un consumo mensual de 166.60 Kw-hr, el consumo diario será de:

$$\text{Consumo diario} = \frac{(166.60 \text{ Kw-hr})}{\text{mes}} \times \frac{(1 \text{ mes})}{30 \text{ días}} = 5.55 \text{ Kw-hr}$$

Adicionalmente se sabe que:

$$\text{Amp-hr} = \frac{\text{Watts-hr}}{\text{Volts}} = \frac{5550 \text{ Watts-hr}}{115 \text{ Volts}} = 48.26$$

El consumo diario por planta de 1.5 Kw. sera de 48.26 Amp-hr. Si queremos que nunca falte energía durante algunos días, es necesario dar inventario por medio de las baterías, para tal efecto, se considera un tiempo de 4 días, esto quiere decir, que tendremos almacenada energía para este tiempo por planta, esto es asumiendo que en este tiempo no haya viento, y por lo tanto, nuestros sistemas de generación esten sin operar.

Bajo esta consideración la capacidad de las baterías es la siguiente:

Cap. Baterías:(48.26 amp-hr/día) X 4 días = 193.0 Amp-hr

Por lo cual, se especificaran en un tamaño comercial de 200 Amp-hr. El tipo de acumuladores seleccionado es de 12 volts y 10 amp-hr y del tipo ácido.

El arreglo que se propone es el siguiente:

10 acumuladores colocados en serie, y estos a su vez conectados en paralelo con los otros 10 conectados en serie, para obtener así, un voltaje de 120 volts y una corriente de 200 Amp-hr.

III.- Estimado económico de la unidad eólica

El presente estimado se hace considerando precios de equipo referentes al año de 1978, los cuales fueron escalados al tiempo actual. Se efectúa para una unidad simple y luego se escala para el total de unidades demandadas para el abasto de energía a la planta de detergentes. A continuación se presentan los costos del equipo requerido:

<u>Equipo</u>	<u>Costo (USD\$)</u>
3 Aspas de fibra de vidrio	100.00
1 Flecha del propulsor	850.00
Sistema de transmisión	450.00
Generador de C.C (1500 Watts)	1,500.00
Reostato	300.00
Aparimetro y voltimetro	100.00
Rectificador de estado sólido	1,150.00
Torre de acero galvanizado	1,000.00
20 acumuladores ácidos de plomo	1,000.00
Partes mecánicas y eléctricas	250.00
Erección del equipo e instalación	350.00

TOTAL:	7,050.00 DLLS

El costo total de las plantas de generación eólicas para el abasto de energía eléctrica, es como sigue:

El costo por planta es de \$ 7050.00 para suministrar una potencia de 1.5 Kwatts. Por lo cual si se demandan en planta 22.38 Kwatts (30 HP), la inversión total sera como sigue:

$$I. \text{TOTAL: } \frac{\$ 7050.00 \text{ DLLS}}{2.0 \text{ H.P}} \times \frac{30.0 \text{ H.P}}{\text{Planta}} = 105,750.00$$

Para cumplir con tal demanda se tendrá que disponer en planta con 15 unidades como la especificada anteriormente.

Ahora bien, se muestra que se requieren 20 acumuladores ácidos por planta, esto es real si pensamos solo en una unidad, pero para este número de plantas, habrá que ver en realidad con el fabricante, cual es el arreglo que mejor garantice la operación.

También, en el presente consideramos equipos simples , pero podría ser que el fabricante suministrara, equipos más sofisticados, lo cual definitivamente va a redundar en el costo.

Se aprecia a simple vista fuerte la inversión , pero en realidad es que a largo plazo estas unidades se liquidan automáticamente y se recupera con creces la inversión, además de que a nivel industrial estos costos son relativamente bajos comparados con el beneficio obtenido.

Actualmente en México no se conoce la tecnología para fabricar este tipo de unidades, sin embargo, se puede iniciar un estudio detallado de cada una de sus partes constituyentes, y en un tiempo futuro se podrían diseñar y construir en México.

En la actualidad están en operación en el Estado de Morelos 3 planta eólicas prototipos, las cuales son de importación, y en nuestro país están en proceso de estudio y desarrollo, esto último está siendo ejecutado por el varias instituciones de investigación del sector privado y diversas universidades.

III.- COMPARACION TECNICA Y ASPECTOS TECNICOS

Comparación técnica

Una vez realizado el estudio y análisis de las fuentes de generación de energía eléctrica del tipo alternas, eólica y solar es necesario resumir los resultados de esta evaluación, esto se define como sigue:

FACTOR	UNIDAD SOLAR	UNIDAD EOLICA
Costo (dóla)	161,280.00	106,750.00
Potencia(HP)	30.0	30.0

Como puede observarse la evaluación del tipo solar resulta más costosa que la del tipo eólico; en cuanto a cual se instalara en la planta, es difícil decidir esto teniendo como argumento los costos, ya que para decidir se requerirá un estudio más minucioso de los 2 sistemas analizados en el presente trabajo. Para la planta en análisis, se propone la implementación de los dos sistemas para dar flexibilidad y operabilidad, podría pensarse en elevar el costo de estas unidades pero es conveniente mencionar que los costos de las mismas serían recuperados en muy poco tiempo.

Aspectos técnicos

Para la evaluación técnica de la planta productora de detergentes se tomaron las siguientes consideraciones:

1.- En lo que respecta a los tanques de almacenamiento, solo se consideró un tiempo de residencia de 24 hrs., debido a que no es práctico, ni operacional y económico dar mayor tiempo de residencia a tanques localizados en el area de proceso. Sólo se estila dar mayores tiempos de residencia a tanques de almacenamiento localizados en area de tanqueria, a partir de los cuales se pueden estar llenando los tanques localizados en el area de proceso.

2.- En cuanto al medio de calentamiento usado como fluido de servicio en los rehervidores de las Torres de destilación, se estimó en la presente el uso de aceite de calentamiento, conocido como "Terminol 66", esto debido a los niveles de temperatura que se tienen, los cuales, son dados por encima de los 450 °F; no se plantea la posibilidad de usar vapor de agua por esta razón, además de que si se quisiera usar se tendría que gastar en sobrecalentarlo hasta un nivel de temperatura satisfactorio al proceso y al servicio, lo cual implica una inversión económica muy elevada en equipo para sobrecalentamiento del mismo.

3.- En lo que se refiere al ahorro de energía, se trato de aprovechar al máximo el intercambio térmico entre fluidos de proceso, con visperas a economizar fluidos de servicio (aceite de calentamiento o vapor de agua). Caso concreto es el uso de la corriente de fondos de la Torre DA-101, como corriente de precalentamiento de carga a la misma torre.

4.- En cuanto al equipo de destilación, podría pensarse que las dimensiones en cuanto a diámetro y altura son muy raras, es decir, de diámetro pequeño y muy grandes de altura, para lo cual debe considerarse que estos equipos a nivel industrial tienen como característica ser de diámetros pequeños y elevadas alturas. Ahora bien, una opción para abatir las dimensiones en los que respecta a la altura y disminuir problemas por soporteria y cimentación, sería cambiar los empaques de las torres de destilación, de los empaques tradicionales a los de alta eficiencia, con lo cual, disminuiríamos la altura de estas torres en aproximadamente 30-40 %, con la desventaja de que los costos por este concepto se elevarían demasiado. Para nuestra evaluación se consideran empaques tradicionales, pero se plantea al lector la posibilidad de mejorar la operación de estas unidades usando empaques de alta eficiencia, adicionalmente estas torres de destilación fueron estimadas con métodos cortos, y usando un simulador de procesos para la sección de fraccionamiento del área de proceso.

5.- Se considero un nivel de terreno plano en toda la planta, durante toda la evaluación de la misma.

CONCLUSIONES

Logros:

Una vez concluido el presente trabajo se ha podido visualizar de manera completa lo que representa desarrollar un estudio y una evaluación técnica a nivel industrial.

En lo que respecta a los objetivos planteados éstos se alcanzaron en su totalidad, lo cual es discutido como sigue:

En lo que refiere al abasto de energía eléctrica a la planta de detergentes, se evaluó que con cualquiera de las dos fuentes alternas está garantizado el abasto energético, esto bajo las consideraciones que se mostrarán más adelante.

En cuanto a la selección de la alternativa energética más rentable, se ha considerado mediante el análisis dado en los capítulos V y VI que la alternativa solar es más rentable operacionalmente, además de que ofrece un abasto casi continuo de energía a la planta de detergentes, esto, comparado con la alternativa eólica.

Lo antes explicado, es debido a que, es de esperarse que de manera normal, a lo largo del año se tengan más días soleados, que días con viento, es por ello que se considera que la operación con la planta solar resulta más flexible y conveniente para el suministro de energía eléctrica a la planta de detergentes.

En lo que refiere a economía, en el capítulo VI se realizó una evaluación preliminar y pudo observarse que los costos de la planta solar comparada con la planta eólica son aproximadamente 1.5 veces mayores, lo cual hace pensar que la selección para nuestra planta de detergentes debería ser la planta eólica, pero para poder definir esto hay que efectuar un análisis y estudio a profundidad de las condiciones climatológicas, como son: velocidad del viento, y las horas de sol intenso por día, aunado a un estudio económico más profundo.

Realmente, el motivo que se perseguía al inicio de la evaluación, era el abasto de la energía eléctrica, para así garantizar la funcionalidad de la planta; por lo cual, nuestro interés sólo se centró en aspectos operativos principalmente, y como segundo término en el costo de las unidades.

Definitivamente y en base a lo explicado anteriormente, se piensa que la implementación del sistema eólico no sería tan eficiente debido a que su operación sería discontinua, comparada con la del sistema solar, más podría pensarse en instalar ambos sistemas, con lo cual, se garantizaría de una u otra manera el suministro de energía a la planta de detergentes.

La selección también es efectuada considerando los siguientes puntos:

a.- Podemos decir que es más costoso el instalar plantas de generación de energía eléctrica del tipo solar, que las del tipo eólico, en un rango considerable, es decir, los costos tienden a duplicarse.

b.- La planta eólica para su eficiente funcionamiento y operación requiere de una velocidad del viento casi constante, lo cual no puede garantizarse.

c.- La altura de las unidades eólicas es función de la velocidad del viento, es decir, si la velocidad es alta en promedio, es de esperarse que se requerirán torres de soporte muy altas, para así garantizar una eficiente operación, lo cual puede representar un problema.

d.- Las unidades solares tan sólo necesitan de unas cuantas horas de sol al día para operar adecuadamente, aproximadamente de 5-6 hrs.

e.- No se tienen problemas operacionales en las unidades solares, debido a la simplicidad de las mismas, comparadas con las del tipo eólico.

f.- En cuanto al espacio demandado para la instalación de las plantas, ligeramente ocupan más espacio las del tipo eólico, que las del tipo solar, debido a la configuración y espacio que debe haber entre las unidades eólicas para su correcta y eficiente operación.

En cuanto a la selección de los dispositivos para las unidades energéticas, los indicados en los capítulos V y VI son confiables para las condiciones dadas, pero de manera integral el fabricante o proveedor deberá ajustarse a las condiciones operacionales fijadas. Es decir, sólo se especifica lo que por operación se necesita, más el fabricante deberá ser quien defina o sugiera otros dispositivos mecánicos y eléctricos, que permitan mejorar las operaciones de generación de energía eléctrica.

En cuanto al trabajo de Ingeniería Básica, ésta se realizó, lo más completa posible. Cabe mencionar que al inicio del proyecto este parecería complicado, pero para lograr la evaluación técnica es necesario llevarlo etapa por etapa, con lo cual resulta interesante; la finalidad era mostrar la integración de diferentes procesos y operaciones unitarias en una planta de detergentes, lo cual se desarrolló de manera completa mostrando las diferentes secciones de proceso desde lo general a lo particular en cada etapa de proceso de la planta.

En lo que refiere a energía se optimizó de la siguiente manera: una vez de usar vapor de agua como medio de calentamiento, se cumplió la finalidad de calentar corrientes frías por medio del uso de corrientes de proceso, las cuales están a elevadas temperaturas.

Se logró integrar todo lo relacionado a un proyecto de la manera más completa, desde su planeación, estudio de mercado, proyección hasta la ejecución de la Ingeniería Básica, haciendo énfasis en el abasto de energía por medio de fuentes alternas.

Es factible que esta planta evaluada se pudiera instalar en la Ciudad de Pachuca, Hidalgo, con lo cual se abastecería de detergente a la zona de occidente, centro, golfo y noroeste de México.

BIBLIOGRAFIA

- . Perry and Chilton. "Manual del Ingeniero Químico". 2a. Edición. México 1982.
- . Ludwig. "Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants". Gulf Publishing Company. 1977.
- . Peters and Timmerhaus. "Plant Design and Economics for Chemical Engineers". Mc Graw Hill. 1980.
- . Crane. "Flujo de Fluidos en Válvulas, Accesorios y Tuberías". Mc. Graw Hill. México 1987.
- . Normas Climatológicas. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Periodo 1941-1970. México 1982.
- . PEMEX. Anuario Estadístico de Labores. México 1989.
- . Banco de México. Información Técnica. INFOTEC.
- . PEMEX. "Estandar para Recipientes Atmosféricos de Acero al Carbón", Tipo A.P.I.
- . "Kirk and Othmer Encyclopedia of Chemical Technology". Jhon Wiley and Sons. USA. Vol. VII, VIII.
- . Mcketta. Encyclopedia of Chemical Processing and Design. Marcel Deckker, Inc. USA.

- . Hougén and Watson. "Chemical Process Principles". Part I. Jhon Wiley and Sons Inc. "Mass and Energy Balance"
- . Savonics Solar Systems P-series and R-series. Installation, Operation and Maintenance Manual. 1100 West Maple Road Troy. Michigan, USA.
- . Kyocera Solar Systems. Installation, Operation and Maintenance Manual. USA.
- . IMIQ. "Perspectiva y Oportunidades de Desarrollo de la Ingeniería Química. (Reporte IMIQ-2000).
- . Fernández Ana Leticia. "Evaluación Técnica de una Planta Eólica". Tesis Profesional. UNAM. México 1978-1979.
- . IMP. "Manual de Métodos Cortos para Torres de Destilación". México 1982.
- . Catálogos de Fabricante para Selección de Internos de las Torres de Destilación.
- . PEMEX. Memoria de Labores.
- . Vaughn, Suter and Kramer. "Building Synthetic Detergents". Industrial and Engineering Chemistry. Sep. 1954. Vol. 6, No. 9.

. Kircher, Miller and Geiser. "Sulfonation of Detergent Alkylates". Industrial and Engineering Chemistry. Sep. 1954. Vol. 6, No. 9.

. Chemical and Engineering News. "Alkylbenzene Sulfonates from Alkylbenzenes. Vol. 43, No. 7. Feb. 1963.

. Hydrocarbon Processing and Petroleum Refinery. "Alkyl Aryl Sulfonates". Continental Oil Company. 1963.

. Hydrocarbon Processing. "LAB Lineal Alkylbenzene". Vol. 63, No. 11. Nov. 1984.